

感覚器医学研究連絡委員会報告

感覚器医学ロードマップ

感覚器障害の克服と支援を目指す10年間

平成17年6月23日

日本学術会議感覚器医学研究連絡委員会

この報告は、第19期日本学術会議感覚器医学研究連絡委員会での
審議結果を公表するものである

日本学術会議感覚器医学研究連絡委員会

第19期委員名簿

委員長	本田 孔士	大阪赤十字病院院長
委員	石橋 達朗	九州大学眼科教授
	伊藤 壽一	京都大学耳鼻咽喉科教授
	加我 君孝	東京大学耳鼻咽喉科教授
	金子 敏郎	千葉大学名誉教授
	田野 保雄	大阪大学眼科教授
	樋田 哲夫	杏林大学眼科教授
	八木 聰明	日本医科大学耳鼻咽喉科教授

作成協力者	岩田 岳	国立病院機構東京医療センター研究室長
	小口 芳久	慶應義塾大学名誉教授
	大鹿 哲郎	筑波大学教授
	木下 茂	京都府立医科大学教授
	近藤 峰生	名古屋大学講師
	園田 康平	九州大学助手
	谷原 秀信	熊本大学教授
	平塚 義宗	順天堂大学講師
	不二門 尚	大阪大学教授
	向野 和雄	北里大学名誉教授
	若倉 雅登	井上眼科病院院長

(五十音順)

感覚器医学研究連絡委員会報告書（要旨）

1. 名称

感覚器医学ロードマップ：

感覚器障害の克服と支援を目指す10年間

2. 内容

（1）作成の背景

現代社会では、各種情報の重要性が日々に増大しており、視聴覚を中心とする情報交換にかかわる能力の低下が、その人個人に、又、その人を取り巻く社会に種々の不利益をもたらしている。視聴覚を中心とする感覚器障害を予防したり効率よく治療する事、また、障害を持った人を如何に社会に取り込み共生するか、これらは現代社会の最も重要な課題の一つであると認識されている。幸い、我が国の感覚機能障害に対する医学・医療の水準は高く、世界をリードして来た。さらに、これからもこの分野で世界のリーダーであり続けるために、最近、とみに多様化、細分化している感覚器医学・医療に関する分野を俯瞰しながら、関係者の協調を計ろうとするものである。

（2）現状及び問題点

感覚器疾患の標準的医療がまだ十分に確立されたとは言い難く、ガイドラインに準拠した無駄のない治療が行われるような体制を作る必要がある。その臨床展開の基となる研究の緊急性、重要性に優先順位をつけ、専門内専門化した分野がお互いに協調できるようにする必要がある。また、高齢者の Quality of Life(QOL) が、最近、重要視されて来たとは言え、まだ十分とは言い難い。この点に関し、公開講演会、出版などを通じた啓発運動を活発化させる必要がある。次に、我が国の視聴覚障害者に対するバリアフリー化が不十分であること等からも分かるように、感覚器障害者の社会適合を推し進めるための具体的提言が必要とされている。

（3）改善策、提言等の内容

感覚器医学、医療に携わる者たちが、これから10年間に何をなすべきか、関連学会の動向を調整し、限りある研究費や医療費がこの分野で効率的に使われるよう、このロードマップは作成されたものである。お互い、10年という期間を区切って到達点を示し合うことにより、関連の研究者、医療者がお互いの姿が見える形で前進できることのメリットは極めて大きい。

目 次

I. 今、なぜ感覚器障害の克服と支援を目指す10年間のロードマップを作成するのか	5
1. 感覚器医療の現状	6
2. 感覚器障害医療と医療経済	6
3. 社会啓発活動の重要性	7
II. 感覚器医療 各分野の現状と今後10年間（各論）	8
1. 視覚障害の医療	8
1) 前眼部角膜	8
2) 白内障・屈折矯正	14
3) 緑内障	20
4) 網膜硝子体	23
5) ぶどう膜	28
6) 神経眼科	30
2. 聴覚障害・平衡覚障害の医療	34
1) 中耳障害	35
2) 内耳障害	39
3) 蝸牛神経障害	41
4) 前庭機能障害（平衡覚障害）	42
III. 感覚器障害の予防医学と疫学	53
1. 予防医学	53
1) 感覚器の健康増進に何が必要か	53
2) 感覚器障害予防の動きをどうするか	53
3) 早期発見・早期治療が重要である	56
4) リハビリテーションと障害者のアフターケアが重要である	56
2. 疫学	57
3. 医療経済	58
4. 国際協力	59
5. 公衆衛生との連携	59
IV. 感覚器医学研究のこれから10年	61
1. 機能面からの基礎研究のあり方	61
1) 視覚障害	61
2) 聴覚・平衡障害	63
2. 分子生物学的研究の推進	63
1) 視覚障害	63
2) 聴覚・平衡障害	63
3. 探索医療としての視点	64

4 . 統計学的研究の重要性-----	64
5 . 診療ガイドラインの作成を進める-----	64
6 . リハビリテーションの重要性-----	64
V . 感覚器医学の卒前教育と専門医教育の改革-----	65
1 . 専門医取得前感覚器医学教育-----	65
2 . 専門医試験制度の見直し-----	65
1) 背景-----	65
2) 専門医試験の改訂-----	65
3) 専門医受験資格の見直し-----	67
4) 専門医更新条件の見直し-----	67
5) 専門医研修施設基準の見直し-----	67
6) 専門医指導責任者の基準の見直し-----	67
7) 専門医教育プログラムの見直し-----	67
VI . 10 年後以降のロードマップはどうなるのか-----	68
1 . 科学技術の予想を越える加速的發展に左右される-----	68
2 . 感覚器障害者の社会との共生が進んでいるだろう-----	68
3 . 専門的医療の確立が進んだ状態で次の 10 年-----	68
用語解説-----	69

Ⅰ．今、なぜ感覚器障害の克服と支援を目指す10年間の ロードマップを作成するのか

情報の90%は視聴覚を中心とする感覚器を介するものであり、その障害が個人にもたらす損失は正常人には想像できないほどのものである。身体面のみでなく精神面においても個人の生活の質を高める上で、感覚器の重要性は、現代文明社会、情報社会において益々大きくなっている。長寿社会の到来により豊かな老後生活を送るために、また他の身体障害によって生活範囲の制限を余儀なくされるものにとって、視聴覚は社会復帰のよりどころである場合が多い。Quality of Life(QOL), Quality of Death (QOD),そして Quality of Vision (QOV) の重要性を意識するようになった現代社会において、感覚器障害の予防、早期発見、早期治療というまでもなく、不幸にして医学的治療の及ばない障害をもつものに対するリハビリテーションさらに各種補填具の開発などは感覚器医学のみならず、社会医療面の大きな課題である。感覚器医療従事者は日々の臨床に留まることなく、真に豊かな社会を形成すべく共に歩むことを社会に働きかけている。このような責務を意識し、これに向けて発案する者、行動する者でなくてはならない。

人間のコミュニケーションの言語を中心とする高次機能のインプットは視覚と聴覚である。アウトプットは書く・話すであるが、まずインプットは正しく機能をする必要がある。物を見たり、聴いたりして話す能力は言語の表層の活動である。発展途上国では、学校教育を受けないで育つ子供達は文字を読んだり、書いたり、計算したり出来ずに育つ。このような現状に対して、我が国も援助し、識字教育が行われている。すなわち、言語の深層の活動は、読み・書きである。我が国では、江戸時代以来、“読み・書き・算盤”の教育が熱心に行われたのは、この言語の深層の教育が“思考力、表現力”の鍵であることがわかっていたからである。先天性の視聴覚の障害があると、放置すると、見えない、聴こえないどころか、特別な教育をしない限り、読み・書きの能力を身に付けることに深刻に影響がある。先天性の視覚障害は、2,000人に1人、先天性の聴覚障害は1,000人に1人出生する。全国に盲学校は71、ろう学校は100ある。その教育は生徒数人に対して教師1名である。

一方、通常の学校では生徒40人に対して教師1人であるから、その教育費は人件費だけでも単純に見積もっても、先天性の視聴覚の障害児に対しては人件費だけでも生徒1人あたり10倍以上の経費がかかることになる。さらに卒業後の進路は、視聴覚の障害のためかなり職業の選択を限定されざるを得なくなっている。この点は本人にとって活動の範囲も生涯の収入も伸びないことにつながっている。

一方、後天性の視聴覚の障害は、髄膜炎や代謝疾患などを伴うが、言語の深層の読む・書く能力には問題は生じない。むしろ、言語の表層レベルの、物を見たり、聴いたりして表現して話すことが制限されるために不便となる。そのための見えるようにする、聴こえるようにする保存的治療や
註：略語は用語解説をご参照下さい。

手術的治療，感覚の補助や代行の手術の開発が必要となる。いずれにしても，医療にしても，感覚の補助や代行の手段の利用は大きな費用を必要としている。

1．感覚器医療の現状

戦後高度成長期から現在に至るまで感覚機能障害に対する医療は質的にも量的にも安定した発展を遂げてきた。現在の日本の感覚器医療水準は欧米諸国のそれに比較して決して劣るものではなく，むしろ先端的手術技術に関しては多くの部分でリードをしてきたといえる。欧米諸国に比して保険医療が早くから広く普及，充実してきたことを相まって，我が国の感覚器医療の質はおおむね平均化しており，平均レベルの点でも欧米に勝るとも劣らぬものである。我々はこれまでの日本の感覚器医学，感覚器医療の進歩と現状を誇りにしつつも，感覚器医学における多方面での世界的リーダーを目指し，さらなる発展にむけて努力しなくてはならない。

一方，旧態依然とした感覚器医療が一部で行われている現状も否定はできない。感覚器医学に携わる医療従事者と研究者の数もこれまで順調に増加してきたが，医師数については都市部において人口比で過剰になりつつある。逆に地方，特に過疎地における医師不足は他の分野と同様である。卒後研修面においては米国のレジデント，フェロー教育システムのような平均，充実したものが完成されていない。研修施設，大学によって専門分野の偏る傾向も無視できないのが現状である。

今後 10年をめぐに，専門家としてすべてをカバーするためのレジデント制，専門内専門化した分野別の上級の研修システム構築を考えるべきである。初期臨床研修制度が開始されたが，現時点では本制度が感覚器医学研修にプラスに働くと思われる部分は特になく思われる。しかし医局制度がより開かれたものに変化すれば，施設間交流は容易になり平均的な質の高い研修システムの構築が可能となろう。感覚器医学は全身疾患との関連もきわめて重要である。初期研修が感覚器医学研修の土台となるよう，制度改善への提言を心がける必要がある。研修後の評価，その後の水準維持を目的とした専門医制度の充実を図り，専門医制度試験を通して水準を高位に保ちつつ専門医数を安定維持させなくてはならない時にきている。

2．感覚器障害医療と医療経済

感覚器医療の経済的影響，費用対効果比の高さについて，現状では社会と行政に十分な理解を得られていない。先に述べた感覚器医学の重要性にもかかわらず現保険医療制度内での優位性は低く，むしろ増大する国民医療費に対する抑制政策の重点的対象診療科として位置づけられている。その結果診療報酬点数は抑制される傾向にある。材料費に関わる医療費増への認識は全く不十分である。外科的治療における医療費の増大に診療報酬は対応できずにより，感覚器医療の質的低下につながる懸念される。保健医療の矛盾と診療報酬の低さは感覚器医療に限ったことではないが，感覚器医療は薬剤コストが少なく，多種多岐にわたる検査を含めて診断と治療が概ね単科で完結するという点で他科とは異なる特殊性を持っているがゆに，適正な診療報酬を獲得すべく努力の方向づけがなされる必要がある。

一方，標準的医療がまだ確立されていない疾患のガイドラインを作成，周知するとともに定期的に見直し改訂をし，ガイドラインに準拠した医療を標準化し無駄のない治療効果が得られるような

体制を確立する必要性が出てきている。

3．社会啓発活動の重要性

高齢者の QOL が重視される背景とともに、一般社会において感覚器医学の重要性に対する認識は高まりつつあるが、まだ十分とはいえない。マスメディア、インターネット、公開講演会、出版などを通じた啓発活動を活発化させることが必要である。また、低視力者、視覚障害者、聴覚平衡覚障害者に対するバリアフリーは現在不十分である。真に豊かな社会とすべく、他国にないバリアフリー社会を実現すべきである。このことはむしろ社会との連携を最重要課題とし、感覚器障害者のリハビリテーションに関する研究を奨励していく必要が出てきた。

中途失明者や聴覚障害者の生活支援と雇用対策も不十分である。この面でも感覚器医療従事者は施策を政策化すべく働きかけて行くことになるだろう。

以上の感覚器障害問題の厳しい現状に対して、我々がこれから 10年間に何をなすべきか、出来るだけ広く関連学会の考え方、動向を整理、調整し、限りある研究費や医療費、療養費がこの分野で効率的に使われるよう、このロードマップは作成されたものである。お互い、10 年という期間を区切って到達点を示し合うことにより、協調できることが多い。このロードマップによれば、関連の研究者、医療者がお互い姿が見える形で前進できる。一方、この報告書では感覚器障害者の立場や社会的問題にも配慮がはらわれており、これに従って進めば、感覚器障害の撲滅と障害者の社会との共生の手助けが効率的に進むはずである。例えば、障害者の認定一つの例を取っても、今の作業は連携がなさすぎる。全く別々に認定と対策が行われており、一人の人間に対する障害認定になっていないきらいがある。これらの問題を解決する一助としても、この報告書の利用価値は非常に大きいと考える。

II．感覚器医療 各分野の現状と今後 10 年間（各論）

1．視覚障害の医療

1）前眼部角膜

a．角膜移植

角膜移植は日本では年間に約 3,000件行われており、そのドナーは国内ドナーが 50%、海外ドナーが 50%の比率になっている。しかし米国では年間に約 40,000件の角膜移植が行われており、人口比率を加味しても、ドナー問題が解決すれば、日本では年間に少なくとも約 10,000件の角膜移植が行われるものと予想される。角膜移植を受ける患者の最近の傾向は、角膜内皮細胞の障害による水疱性角膜症の増加であり、白内障手術、緑内障手術、網膜・硝子体手術などの内眼手術の増加とも関係していると考えられる。したがって、超高齢化に向かう日本では、角膜移植のニーズがますます増加するものと思われる。さらに、従来は角膜移植が禁忌であった重症眼表面疾患に対しても角膜上皮移植が行われるようになってきており、このタイプの手術が行い得る患者数も大幅に増加すると考えられる。したがって、以下のようないくつかのアプローチが必要である（図 1, 2）。

i）社会的なドナー角膜の確保

日本におけるアイバンク活動を見直し、アイバンク活動がドナー角膜の確保に繋がるような抜本的な再編を行う必要がある。まず、角膜移植に関わる保険点数を大幅に上げて、アイバンクへ十分な資金が入るシステムを構築する必要がある。これには、日本眼球銀行協会と連携して、ドナー角膜の必要性を厚生労働省、日本医師会に理解させる必要がある。さらに、米国アイバンク協会の経験を参考として、アイバンクの統廃合を含めた抜本的な構造改革を行う必要がある。

ii）再生医療的アプローチ

角膜移植の多くはパーツ移植により、より安全でより確実に、そしてより良い成績を得ることができると考えられている。したがって、再生医療的な手法を駆使して角膜のパーツ（角膜上皮層、角膜内皮層など）を試験管内で作製して、パーツ移植に使用する試みが始まっている。同種移植から自家移植に移行することが出来れば、術後拒絶反応がなくなり理想となる。以下のような試みが必要と思われる（図 3）。

- a）培養上皮移植方法の確立
- b）培養内皮移植方法の確立
- c）角膜上皮幹細胞の同定法と採取法の確立
- d）角膜内皮幹細胞に同定

再生医療的アプローチについては、文部科学省トランスレーショナルリサーチプロジェクトなどで、年間 1億円規模で公的資金が投入されている。今後 10年にわたって継続されれば、実現可能な方法が確立され、医学的にも社会的にも大きな福音をもたらすものと考えられる。

iii）人工角膜へのアプローチ

人工レンズを早くから臨床応用している眼科では、人工角膜は容易に作成できるものと思われて

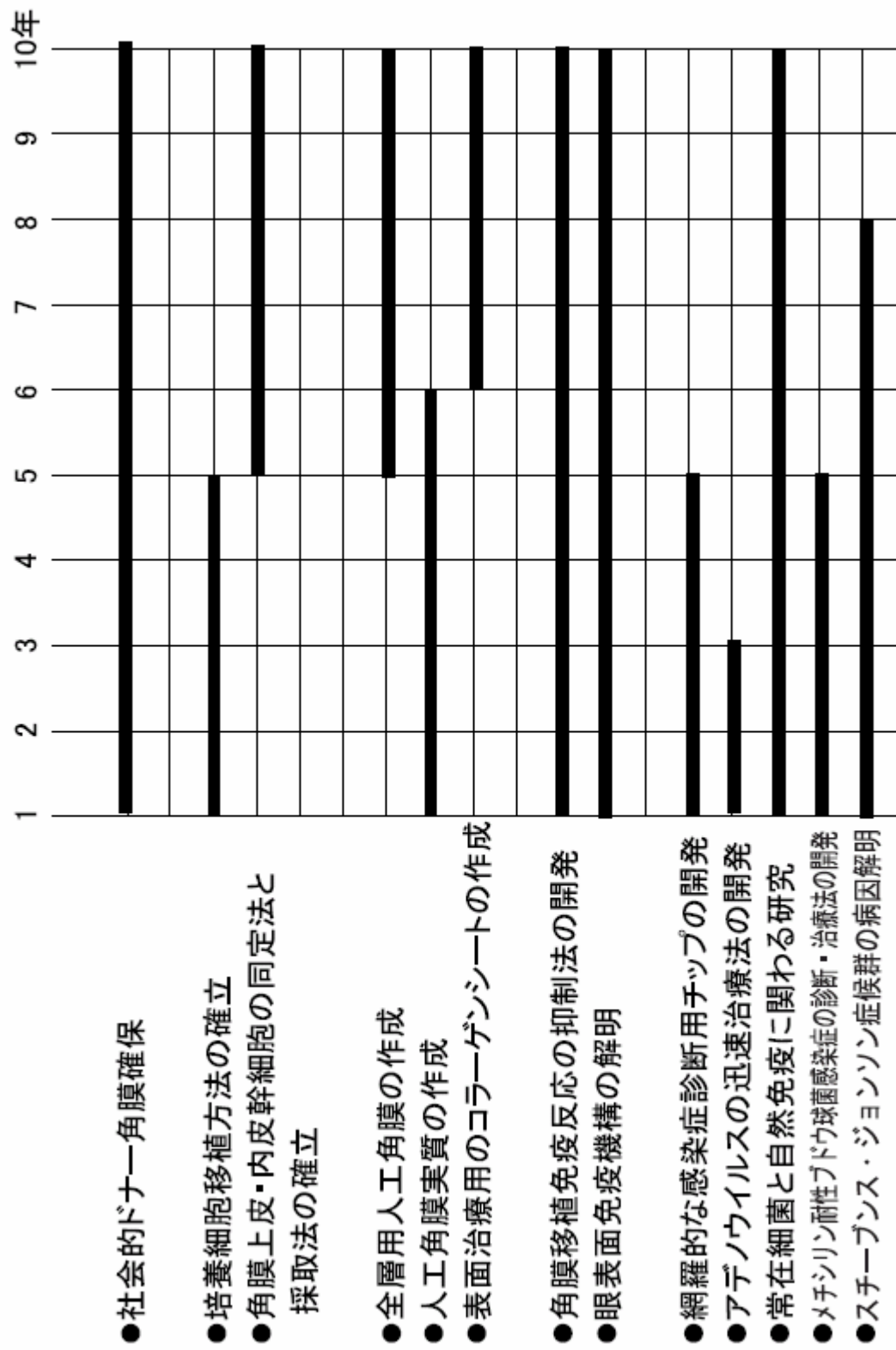


図 1 角膜疾患克服のためのロードマップ 1

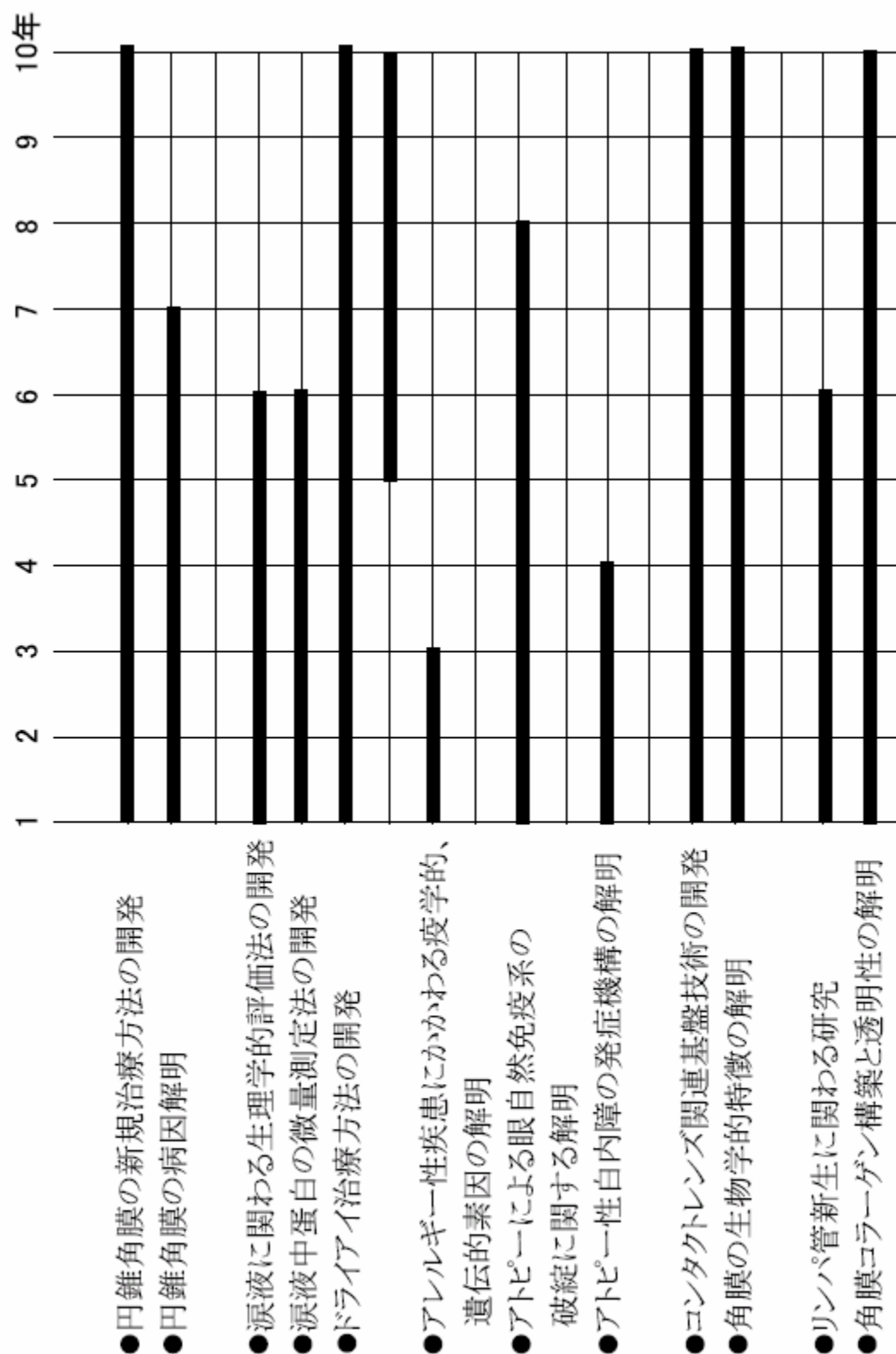


図 2 角膜疾患克服のためのロードマップ 2

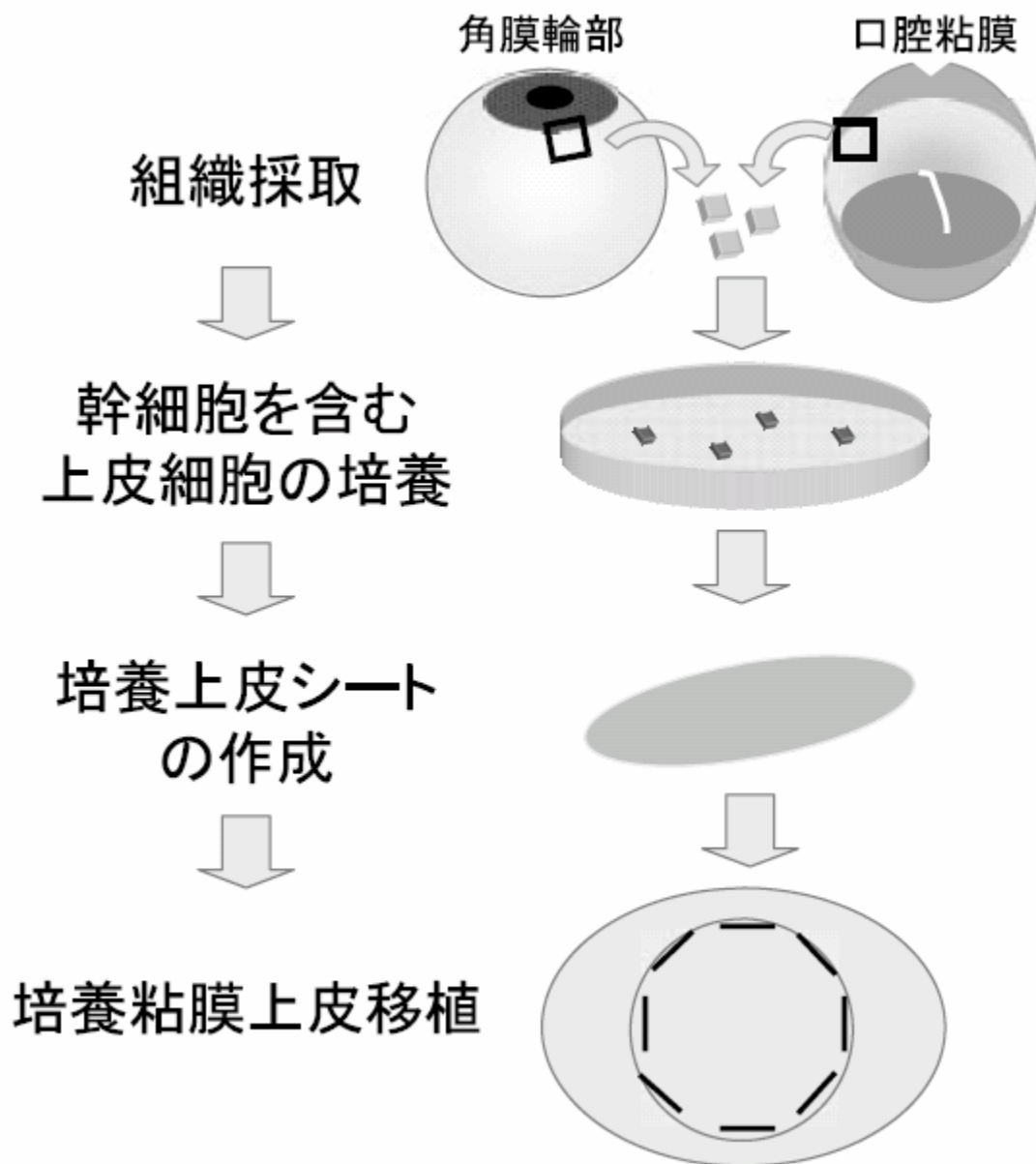


図 3 新しい粘膜上皮移植法の開発

いたが、最表面を被覆する粘膜上皮細胞と人工角膜とを生物学的に如何に折り合いをつけるかという根本的な問題点を克服しない限り、成功への道は険しいと考えられている。しかし、21世紀に入り、合成高分子、天然高分子素材に関わる開発も飛躍的に進んでおり、今後 10 年を視野に入れて考えると、このプロジェクトは非常に重要なものとなってきた。以下のようなプロジェクトが必要と思われる。

- a) 全層用人工角膜の作成
- b) 人工角膜実質の作成
- c) 表面治療用のコラーゲンシートの作成
- iv) 角膜移植免疫反応の研究

角膜手術の理想は再生医療的アプローチによる自家移植である。しかし、世界的に見ても、今後10年間という時間軸で見れば、同種移植が主体であることは間違いない。さらに、角膜移植では前房関連免疫偏位〔anterior chamber associated immune deviation (ACAID)〕という眼特異的な免疫抑制機構が存在することが知られており、この解明がなされてきた。さらに、眼粘膜上皮に関わる免疫機構解明が重要になっており、これらの研究成果は、他臓器の移植や他組織の粘膜移植などへも重要な知見を提供するものと考えられる。以下のようなプロジェクトが必要と思われる。

- a) 角膜移植免疫反応の抑制法の開発
- b) 眼表面免疫機構の解明
- b. 前眼部感染症

眼表面の感染症は数多くの患者を苦しめており、特に医療過疎地や後進国では重要な問題となっている。代表的な感染症には、細菌、真菌、ウイルス、寄生虫と様々なものが関係しており、今後、新興感染症や再興感染症が生じる可能性も十分に考えられる。実際、単純ヘルペスウイルスや帯状疱疹ウイルスによる急性網膜壊死や特発性角膜内皮炎は10年ほど前から激増しており、ウイルスの組織親和性が変化したのではないかと想像されている。さらに、アcantアメーバ角膜炎激増やメチシリン耐性ブドウ球菌感染症も気になるところである。再興感染症としては、淋菌性結膜炎結核性角膜炎、またアデノウイルス結膜炎の大流行などが恐れられており、新規ウイルスなどによる新興感染症への備えは必要である。このためには、角膜という無血管組織での感染という独特の場を考慮する必要がある。何よりも迅速診断法、迅速治療法、新たな Drug Delivery System (DDS) などの開発が望まれる。また常在細菌に関わる知見集積も重要と思われる。以下のような研究が必要である。

- i) 網羅的な感染症診断用チップの開発
- ii) DDS による迅速治療法の開発
- iii) アデノウイルスの迅速治療法の開発
- iv) 常在細菌と自然免疫に関わる研究
- v) 眼のメチシリン耐性ブドウ球菌感染症の診断・治療法の開発
- c. スチーブンス・ジョンソン症候群の病因解明

本疾患は主として抗菌薬の服用などで生じる薬害と考えられており、日本では数百人規模の患者数と考えられてきたが、実際には何千人規模の患者が存在する可能性を指摘されており、厚生労働省は本疾患の解決に真剣に取り組んでいるとされている。その理由は最重症疾患であること、医薬品救済制度の適応疾患であること、などである。また、熱帯、亜熱帯の後進国では、抗マラリア薬による本疾患の発症が数多く生じており、世界的にも本疾患の解明は重要な課題である。医薬品救済制度などのことを考慮しても、本プロジェクトの費用対効果は大きい。以下のようなプロジェクトが必要と思われる。

- i) 他領域との統合した臨床病型の分類の確立
- ii) 本症における遺伝的背景の検討
- iii) 眼表面の自然免疫系に関わる解明

d. 円錐角膜の病因解明

円錐角膜は若年男女に生じる角膜変形疾患であり、数多くの患者が視力障害に悩んでいる。しかし治療方法は少なく、発症初期にコンタクトレンズ装用、進行して角膜移植といった程度である。角膜トポグラフィにより初期円錐角膜を捉えることが可能になってきており、新規治療方法の待たれる疾患である。以下のようなプロジェクトが必要と思われる。

- i) 円錐角膜の新規治療方法の開発
- ii) 円錐角膜の病因解明

e. ドライアイ

ドライアイは 2,000万人以上の患者が存在するとされ、さらに高齢者に涙液減少型ドライアイが多いことを考えると、超高齢化社会を迎えようとしている日本では、シェーグレン症候群をはじめとする重症ドライアイがさらに増加するものと思われる。以下のようなプロジェクトが必要と思われる。

- i) 涙液に関わる生理学的評価法の開発
- ii) 涙液中における各種蛋白の微量測定法の開発
- iii) ドライアイ治療方法の開発

f. アレルギー性結膜炎

アレルギー性眼疾患、特にアトピー性疾患に関しては、世界的にみても日本は特殊な状況にある。アトピーによる白内障、網膜剥離、角結膜炎などの発症は、日本だけで数多く見られるという状況にあり、日本の眼科医が解決する必要に迫られている。費用対効果は絶大である。以下のようなプロジェクトが必要と思われる。

- i) アレルギー性疾患にかかわる疫学的、遺伝的素因の解明
- ii) アトピーによる眼自然免疫系の破綻に関する解明
- iii) アトピー性白内障の発症機構の解明

g. 連続装用コンタクトレンズ

ソフトコンタクトレンズは実質的な医療用具であるが、角膜への十分な酸素供給を満たし、角膜形状に沿ったものは少なく、選りすぐれた素材によるコンタクトレンズの開発が望まれる分野である。多くは産業界での開発が主となっているが、今後のロードマップには必要なプロジェクトの一つである。

- i) ソフトコンタクトレンズに関わる基盤技術の開発
- ii) ハードコンタクトレンズに関わる基盤技術の開発

h. 角膜の生物学的特長の解明

角膜は、生体のなかで血管のない唯一の組織である眼球の最前層にあり、この組織の無血管性、また血管新生、リンパ管新生の機構を解明することは重要なプロジェクトであり、他分野に大きな

情報を与えるプロジェクトである。以下のようなプロジェクトが必要と思われる。

- i) 血管新生に関わる研究
- ii) リンパ管新生に関わる研究
- iii) 角膜コラーゲン構築と透明性の解明

2) 白内障・屈折矯正

a. 白内障

白内障に対して治療を必要とする患者数は年々増えており、近年は年間約 90万眼を越えていると推定されている。超高齢化社会を迎えるにあたり、白内障手術をさらに効率よく、安全なものにし、また手術後の視機能の質(QOV)を高めていくことは重要である。白内障の治療は、今後、以下のよう展開していくと考えられる(図 4, 5)。

i) 低侵襲手術の確立

白内障手術を行うには、眼球を切開し、創口を作成して、内眼操作を行う必要がある。現在は 3.0 mm の創口から手術が行われることが多いが、その創口をさらに小さくすることによって、眼に対する手術侵襲を少なくすることができる。

現在使用されている超音波手術装置のチップを、灌流と吸引の 2本に分けることにより、1.5mm から水晶体を除去できるようになる。眼内レンズも、屈折率の高い新素材を用いながら折りたたんで、1.5mm 程度の切開創から挿入できるようにする。

これらにより、手術の眼に対する侵襲は格段に軽微となり、術後の炎症も軽減することから、患者の負担は軽くなり、術後の安静の必要もなくなる。高齢者や他に疾患を有する患者であっても安心して手術を受けられるようになる。また、働いている患者でも、手術後にすぐに仕事に復帰できることから、社会生産性に対する貢献も大きい。

ii) 超音波に代わる手術方式の開発

水流によって水晶体核を切削除去する方法が開発されており、数年のうちに実用化される予定である。現在の超音波方式は、眼内で金属チップが高速に動いており、常に後囊破損や創口熱傷など術中合併症の危険性があったが、水流方式は眼内での可動部が無く、また水流そのものでは後囊は破損しないことから、合併症の危険性が極めて低い。この方法の採用によって、白内障手術の安全性が格段に高くなる。

iii) 調節力の回復

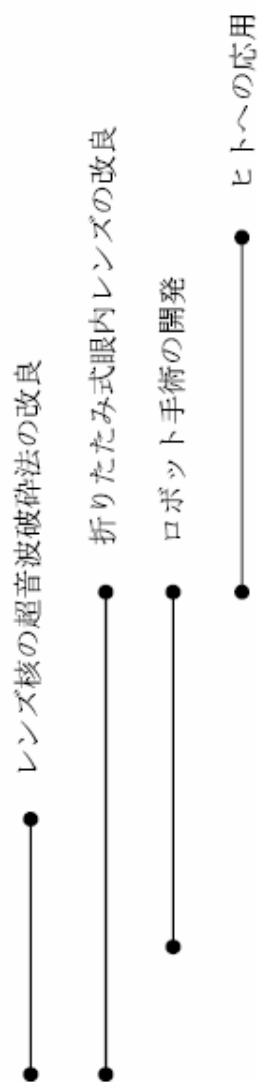
現在主流の単焦点眼内レンズは、調節機能を持っておらず、術後はすべからく老視・無調節力の状態となる。これを解決し、術後眼に調節機能を持たせようとの試みがいくつか行われている。いくつかのアプローチがあるが、調節力の完全な回復までは困難としても、明視域を大幅に拡大することは数年のうちに可能となる。

a) 多焦点眼内レンズ

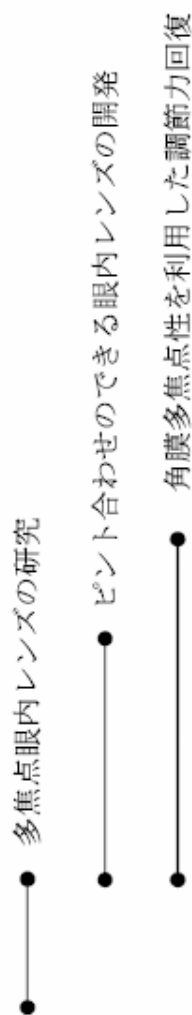
屈折型の多焦点眼内レンズに加えて、回折型多焦点眼内レンズに関する研究が進んでおり、新しい世代の多焦点レンズが 2005年を目途に臨床応用される予定である。従来よりもさらに生理的な多焦点機能が得られるようになる。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10年

安全で負担の少ない白
内障手術の確立



白内障術後調節力の回復



視機能の質の回復

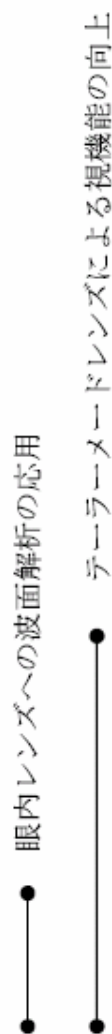


図 4 白内障・屈折矯正におけるロードマップ 1

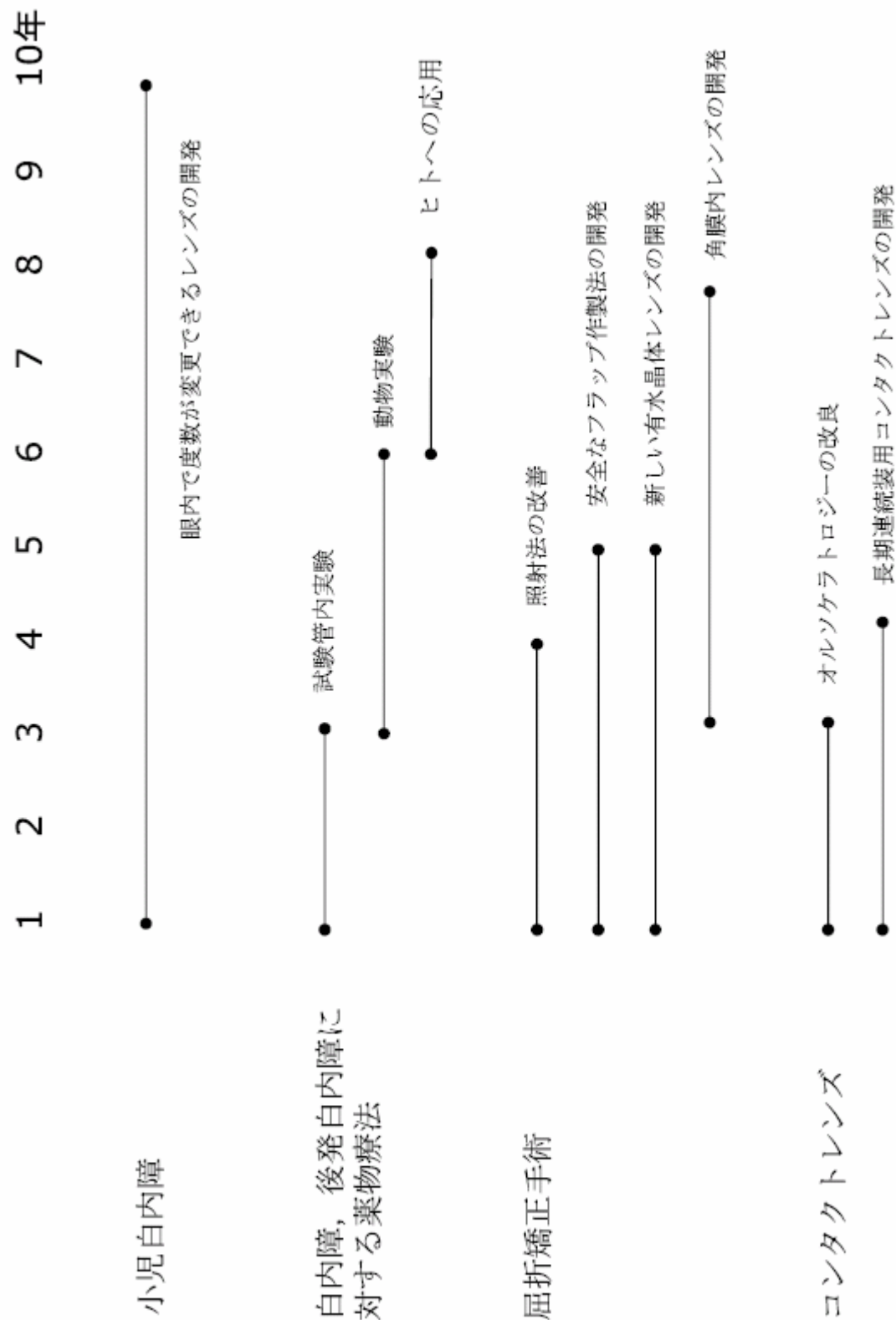


図 5 白内障・屈折矯正におけるロードマップ 2

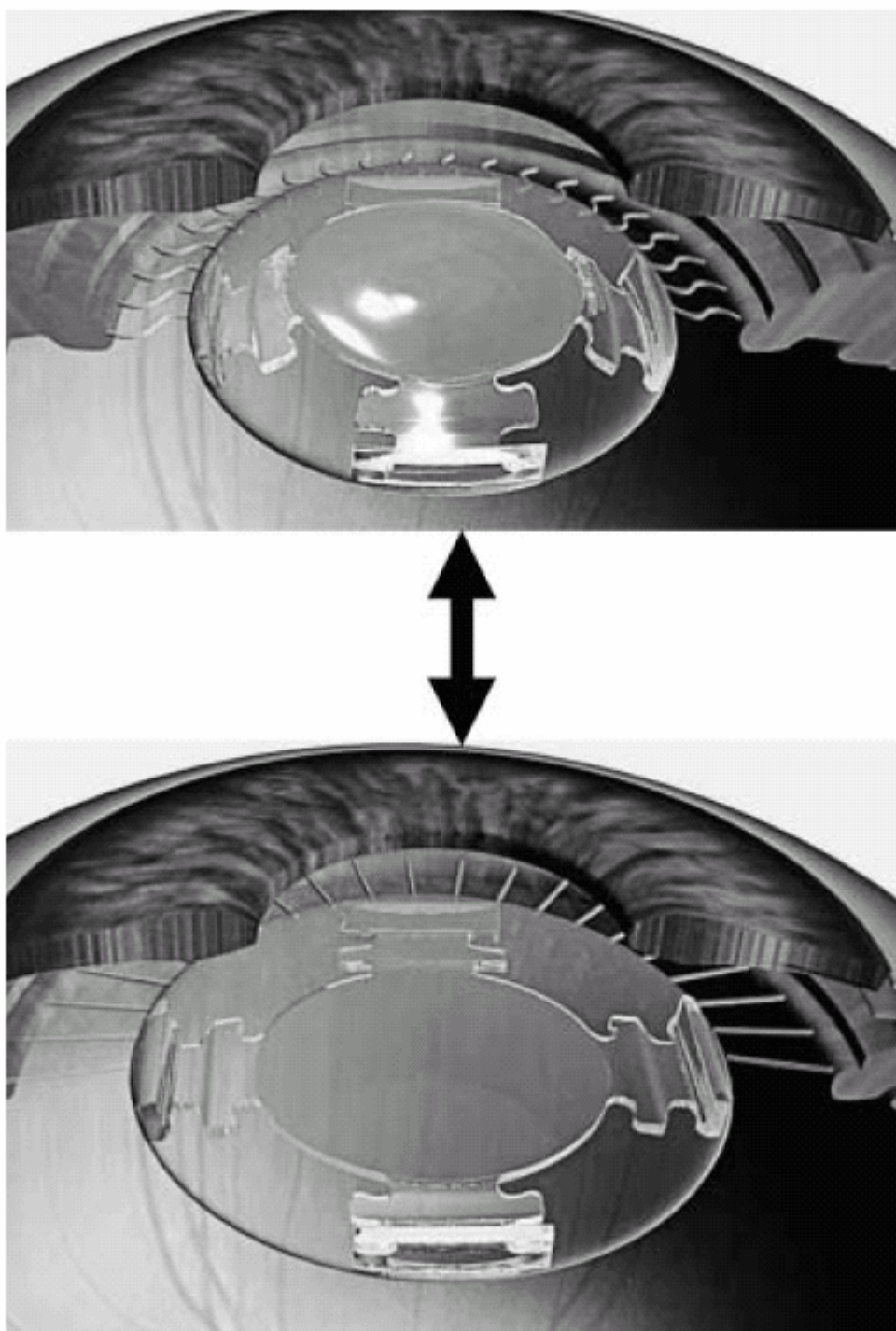


図 6 ピント合わせのできる眼内レンズ

b) ピント合わせのできる眼内レンズ

眼内で前後に移動することにより、調節力を持たせようとする眼内レンズである。実際に前後移動するかどうかは不明であるが、一つの試みとしてこれからも研究が進んでいくであろう(図 6)。

c) 角膜の多焦点性

角膜の光学特性と偽調節の関係について研究が進んでおり、角膜の多焦点性とコマ収差が、術後の偽調節に関与していることが明らかになっている。今後は、手術などの操作によって角膜に生理的な多焦点性を持たせることができるかどうか、研究課題となる。角膜の光学特性と眼内レンズの多焦点性の相乗効果によって、調節力の回復を図るという方向も必要である。

iv) 視機能の質の改善

現在の白内障手術は、矯正視力は回復させるものの、術後の視機能は生理的状态からはほど遠い。波面光学を眼科に応用することによって、この問題を解決しようとの試みが進んでいる。すなわち、眼内レンズに高次波面収差の補正機能を持たせ、角膜の高次収差と打ち消し合うようにすれば、眼の光学特性は格段に向上し、視機能の質も改善する。個々の眼に応じた光学特性を有する眼内レンズを使用することで、いわゆるテーラーメイド眼内レンズの開発を行うことになる。その結果、具体的にはコントラスト感度が上昇し、夜間視も改善することから、高齢者でも安心して夜間ドライブを行うことができるようになるなど、QOLの改善に繋がる。

v) 度数可変眼内レンズ

眼内に挿入してから度数を変更する眼内レンズの開発が行われている。例えば、光感受性のあるシリコン分子が光学部に埋め込まれているレンズで、眼内に挿入してから 365nm の近紫外線で照射することにより、形状を変化させ、度数を変更させる方式を取り入れる。

このようにすれば、術後の度数ずれの問題が無くなる。また眼内に挿入してから、乱視矯正、不正乱視矯正、収差矯正などを行うことが可能になる。さらに開発が進めば、小児白内障に対して挿入し、眼の成長に応じて度数を変更させていくことができるようになる。

vi) 手術用ロボットによる超精密手術

眼科の顕微鏡手術は 0.1mm 単位で行われているが、波面解析に対応した手術を行おうとすれば、さらに精緻な手術操作が求められる。これに応じて、マイクロ操作を行うための手術ロボットが開発される。マイクロメートル単位の手術操作を、再現性良く、かつ安定して行うことができるようになる。さらに遠隔医療との融合により、遠隔操作での手術を行うことが可能となり、地域医療に資するようになる。

vii) 薬物療法

水晶体混濁の分子メカニズムおよび遺伝的背景が明らかになることにより、白内障の発症をある程度予防し、進行を抑制する薬が作られる。また、先天白内障の遺伝解析は急務であり、予防法の確立が望まれる。一方で、水晶体上皮細胞の増殖による後発白内障は最大の術後合併症であるが、それに対してもそのメカニズムが詳細に研究され、予防・抑制のための薬物療法が行われるようになるであろう。

b. 屈折矯正

社会的に注目の高い分野でありながら、その適応や安全性など、まだ広く認知されているとはいえない。比較的歴史の若い分野であり、まだまだ課題は多いが、研究の進歩により今後急速な発展が期待される。

i) エキシマレーザー

現在はエキシマレーザーで角膜を切削・整形する方法が手術の主流であるが、さらに洗練された照射法を開発し、精度の高い矯正を目指す。照射中の乾燥や温度変化による組織反応は、矯正結果に影響を及ぼすが、それらの反応をリアルタイムで測定し、エキシマレーザー照射にフィードバックさせる方法が開発されれば、治療結果はさらに精密さを増すであろう。

また、エキシマレーザー照射によって角膜は薄くなり、術後角膜は脆弱になるが、それを最低限とするための新たな照射アルゴリズムが求められる。

ii) LASIK (レーシック)

LASIK では、マイクロケラトームによるフラップ作製が必要だが、ここで合併症が起こることが少なくない。これに代わって、フェムト秒レーザーによる非機械的フラップ作製や、角膜上皮だけをマニュアルで分離する方法などが、今後検討されていくであろう。

iii) 眼内レンズ

エキシマレーザーによる角膜手術は強度近視に対応できないことから、有水晶体眼内レンズ（本来のレンズを残したまま人工レンズを挿入する）の導入が検討されている。有水晶体眼内レンズとしては、これまでに開発された後房型レンズ、虹彩支持型レンズに加えて、新しい非圧迫型軟性隅角支持レンズがラインアップに加わり、臨床応用が広まっていくと考えられる。

iv) 角膜内レンズ

角膜の生理的代謝や物質移動を妨げない素材が開発されれば、角膜内にレンズを挿入することにより屈折矯正することが可能となる。角膜フラップ下に挿入するだけなので、容易に除去・交換することができ、真の意味でのやり直しのきく治療方法となる。屈折異常の経年変化にも対応して入れ替えていくことなどができる。

v) 角膜形状矯正法（オルソケラトロジー）の発展

夜間のみハードコンタクトレンズを装用して、角膜の形状を一時的に変形させることにより、軽度近視を矯正する方法で、すでに我が国でも行われている。さらにセンタリングがよいレンズが開発され、中等度近視まで対応できるよう矯正度数の幅が拡大すれば、手術に抵抗のある患者、あるいは手術適応とならない若年者に対する選択肢の一つとして広がっていくと思われる。

vi) 新世代のコンタクトレンズ

長期間連続して装用することができるコンタクトレンズが開発されれば、手術的矯正法は不要となる。酸素交換や涙液交換の生理的バランスに影響を与えない素材の開発、汚れの蓄積しない素材あるいは溶液の開発により、昼夜連続装用が可能となる。

vii) 近視の予防

近視の発生メカニズムに関する研究がさらに発展すれば、近視の予防法あるいは近視進行の抑制

法が完成する可能性がある。実験的近视眼における研究は着々と進んでいることから、この分野の発展は期待される。

3) 緑内障

a. 疫学的研究

日本緑内障学会により実施された疫学調査（多治見スタディ）によると、40歳以上の日本人における緑内障有病率は 5.78%であった。その中でも、眼圧が正常範囲内でありながら、緑内障視神経障害を生じる「正常眼圧緑内障」が 3.6%と最も有病率が高かった。現在、緑内障と診断され、治療を受けている患者は、疫学調査から推定される全体のごく一部にすぎないことがわかる。このような現状の中、Evidence-Based Medicine (EBM) の視点に耐えうる科学的根拠を積み重ねていくことは不可欠であり、世界中で無作為臨床試験が行われているにもかかわらず、本邦において大規模な疫学調査や無作為臨床試験が十分に推進されていない。そこで、今後 10年にわたって、積極的に緑内障の診断と治療を向上させるためには、以下のようなアプローチが必要である（図 7, 8）。

i) 緑内障に関連したゲノム解析研究

ii) 日本における正常眼圧緑内障の診療指針の確立

iii) 後期緑内障の臨床研究

iv) 最適の治療指針を確立するための大規模な無作為臨床試験の推進

b. 新しい緑内障（眼圧下降）薬物療法の開発

緑内障治療薬として、プロスタグランジン関連薬、炭酸脱水酵素阻害薬点眼液、 $\alpha 1$ 遮断薬などが既に臨床応用されており、本来、体内にある物質を制御することによる方法、ブリモニジン、アングiotenシン拮抗薬などが開発中である。これらの新しい緑内障薬物療法のいくつかは、国内企業により主導的に開発された実績を有する。したがって、今後 10年にわたって、創薬につながる緑内障研究を奨励して、緑内障治療を普及させる事で、緑内障による失明や失明に準じる視覚障害を最小限に食い止めることができる。以下のような試みが必要であると思われる。

i) シュレム管内皮細胞・線維柱帯細胞における房水流出制御機構の解明

ii) 房水流出抵抗定量評価に有用な試験管内実験による薬物スクリーニング手法の確立

iii) 新しい簡便で臨床応用性の高い緑内障モデル眼の作成

iv) ぶどう膜強膜流出路（副経路）の解析

v) 房水流出経路や房水産生機構に作用する薬物の開発

c. 神経保護・賦活作用のある緑内障治療薬の開発

日本人には正常眼圧緑内障が多いこともあり、眼圧下降治療だけでは失明予防に限界がある。そこで、残存する視機能を保護・賦活するための神経保護・賦活作用のある緑内障治療薬の開発が期待されている。今後 10年にわたって、以下のような試みが必要であると思われる。

i) 視神経血流改善薬の開発と臨床評価

ii) 網膜神経節細胞および視神経軸索を保護・賦活できる薬物の開発と臨床評価

iii) 虚血、免疫、興奮性アミノ酸、フリーラジカルなど眼圧以外の危険因子群の研究

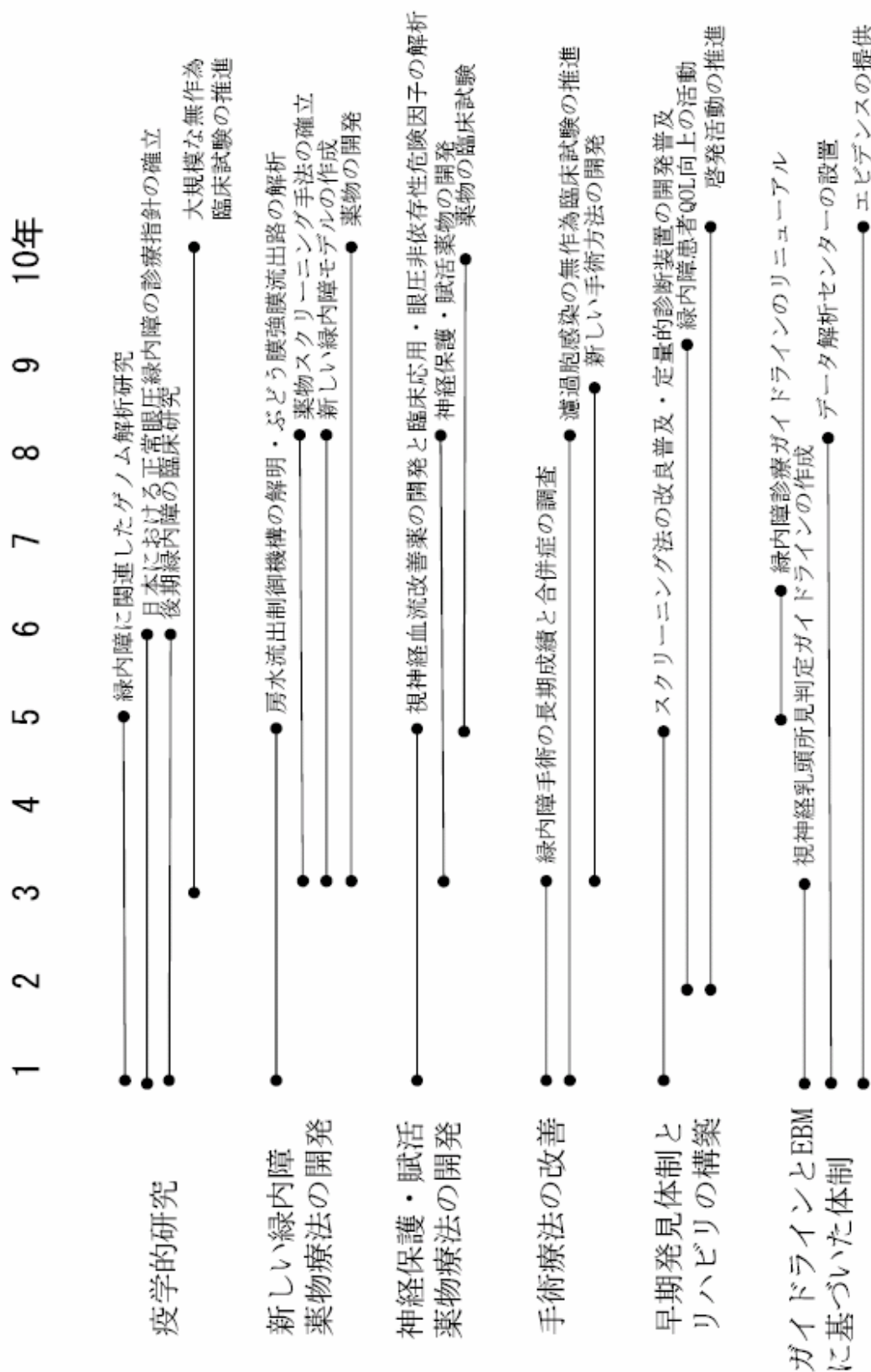
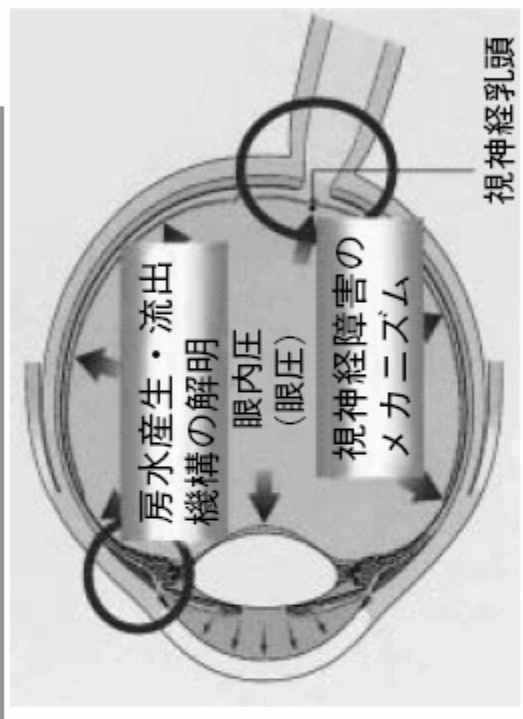


図 7 緑内障克服のためのロードマップ

目的は？

➡ 人口の5.78%を占める緑内障による視覚障害を克服する

▲ 基盤研究の充実



▲ 臨床への展開

▲ 診療内容の向上
を旨指して

眼圧下降治療
薬の開発

手術の改善

神経保護治療
薬の開発

疫学的研究

EBMに必要な
エビデンスの提供

EBM
診療体制

医療の標準化
・効率化

図 8 緑内障克服のためのロードマップ概略図

d．手術療法の改善

緑内障手術の外科的治療には、定量性と安全性の両面で改善する余地がある。また多様な手術手段が開発されてきたことにより、客観的で長期予後を把握した治療指針を明確にする必要がある。特に濾過胞感染は、失明につながる重篤な合併症であるが、緑内障（濾過）手術の奏功機序に伴うリスクでもある。そこで、その診療指針を早急に確立する必要がある。以下のような試みが必要であると思われる。さらに今後は、これらの調査に基づいて、従来の発想法にとらわれない新しい手術方法を確立することが求められる。

- i) 緑内障手術の長期成績と合併症の調査
- ii) 濾過胞感染調査および抗生物質・手術の無作為臨床試験による診療指針の確立
- iii) 新しい手術方法（流出路機能再建術やぶどう膜強膜流出路流出手術など）の開発

e．早期発見体制とリハビリテーション方法の構築

優れた疫学調査結果に基づく啓発活動により受診率が高まりつつあるが、日本人における高い緑内障有病率にふさわしい十分なスクリーニング体制は構築されていない。また緑内障による重篤な視覚障害を有しながらも、社会参加を希望する患者のために、残存視機能を最大限に活用できるリハビリテーション方法を確立することが重要である。以下のような試みが必要であると思われる。

- i) 人間ドックによるスクリーニング法の改良普及
- ii) 客観性の高い定量的診断装置の開発普及
- iii) 緑内障視神経障害患者の QOL 向上の活動
- iv) 緑内障に対する啓発活動の推進

f．ガイドラインの確立と EBM に基づいた診療体制の普及

2003年、日本緑内障学会は、「緑内障診療ガイドライン」を発表した。日本人における高い緑内障有病率は、緑内障による重篤な視覚障害が日本において早急に対処すべき大きな社会問題であることを示す。そこで、学会や行政が連携して、ガイドラインの確立と EBM に基づいた診療体制の普及を実施することが重要である。それらのエビデンスを基盤として、緑内障診療ガイドラインをリニューアルしていく必要がある。以下のような試みが必要であると思われる。

- i) 「緑内障診療ガイドライン」の定期的なリニューアル
- ii) 視神経乳頭所見判定ガイドラインの作成
- iii) データ解析センターの設置
- iv) 新しい診断装置・治療手段の客観的評価によるエビデンスの提供

4) 網膜硝子体

網膜硝子体疾患には重篤な視覚障害に至る疾患が多く存在する。中でも、網膜色素変性、加齢黄斑変性、糖尿病網膜症、強度近視の4疾患はいずれも現在の中途失明の主要原因となっており、実際にこの4疾患の合計で視覚障害者の4割を超えている。近年の硝子体手術の発展により、かつては難治であった網膜硝子体疾患の一部は治療可能となっており、また、加齢黄斑変性も姑息的治療ではあるものの、光線力学療法の好成績が報告されてきている。しかしながら、新たな治療法の開発と予防・啓蒙活動の徹底により、今後10年間でさらに網膜硝子体疾患による中途失明を劇的に

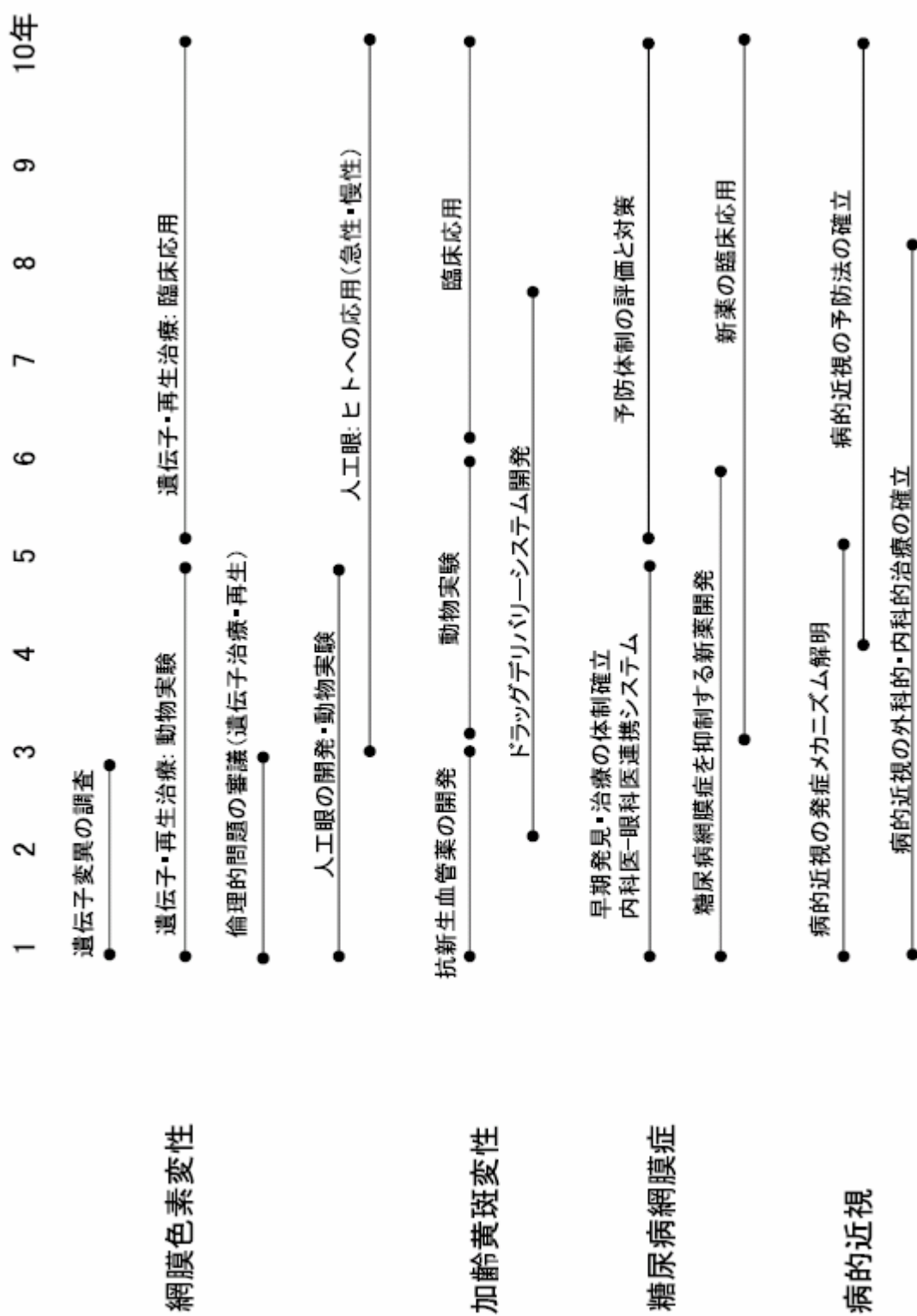


図 9 網膜硝子体疾患に対するロードマップ

減少させることが可能である。今後 10 年を見据えた網膜硝子体疾患の目標を以下の 4 点に置く（図 9）。

- (1) 遺伝性網膜疾患，特に網膜色素変性に対する具体的治療法の成功
- (2) 加齢黄斑変性に対して視機能改善を目指した抗新生血管治療の確立
- (3) 糖尿病による失明の実質的阻止
- (4) 近視の進行の予防法の確立

である。以下に，他の疾患も含めた具体的な達成目標と方法を示す。

a．網膜色素変性に対する有効な治療法の開発

網膜色素変性は，世界に 200 万人の患者がいるといわれている遺伝性・進行性・難治性の網膜疾患である。本邦においても視覚障害者の約 1 割を占めており，患者は進行性の夜盲，視野狭窄，視力低下をきたし，最終的に重度の視覚障害に至る。しかしながら現在まで有効な臨床治療法が確立されておらず，今後 10 年間にその病態の解明と治療法の確立が強く望まれている疾患の一つである。今後 10 年の網膜色素変性の治療に向けて，まずは（1）本邦における遺伝子変異型の調査（迅速スクリーニング法の確立を含む）と，（2）各遺伝子変異により視細胞が細胞死に至る経路の解明，といった基礎研究の確立が最重要課題となる。網膜色素変性の原因となる遺伝子は単一ではなく，また本邦では特有の遺伝子変異が関与していることが予想されている。本邦の網膜色素変性患者の遺伝的背景の傾向を調査し，さらにそのような遺伝子変異から細胞死に至る経路を解明し，治療の標的となる共通の発病経過を見出すことが必要である。

実際の治療法の開発においては，以下の 4 つの方法が柱となる。

- i) 神経栄養因子の投与
- ii) 遺伝子治療
- iii) 網膜再生および細胞移植
- iv) 人工眼

神経栄養因子の投与に関しては既に動物実験の成功例がいくつか報告されているが，このような因子の有効作用濃度を長期に維持させるための DDS の開発が急務である。遺伝子治療は米国において大型モデル動物（イヌ）における成功例が報告されており，臨床応用が最も期待されている治療法の一つであるが，安全性が高く，かつ発現効率のよいウイルスベクターの開発が鍵となる。網膜の細胞移植は，その移植細胞源として，胎児細胞，提供眼，胚生幹細胞などが候補とされており，倫理的問題の解決や国家的指針の確立によって飛躍的な進歩が期待できる。人工眼の開発は，特に重症な網膜色素変性患者に対する唯一の治療となりうるという点で重要である。現在も国家的プロジェクトの一つとして共同研究による電極開発や移植技術の研究が行われているが，さらなる研究資金確保が必要である（図 10）。

b．加齢黄斑変性に対する治療法の確立

加齢黄斑変性は高齢者の失明原因として増加傾向にあり，今後は本邦における失明原因の主因となることが予想されている。最近本邦において行われた 50 歳以上の疫学調査の結果（久山町研究）では，加齢黄斑変性の有病率が男性で 17.7%，女性で 13.3% と非常に高いことが報告された。この

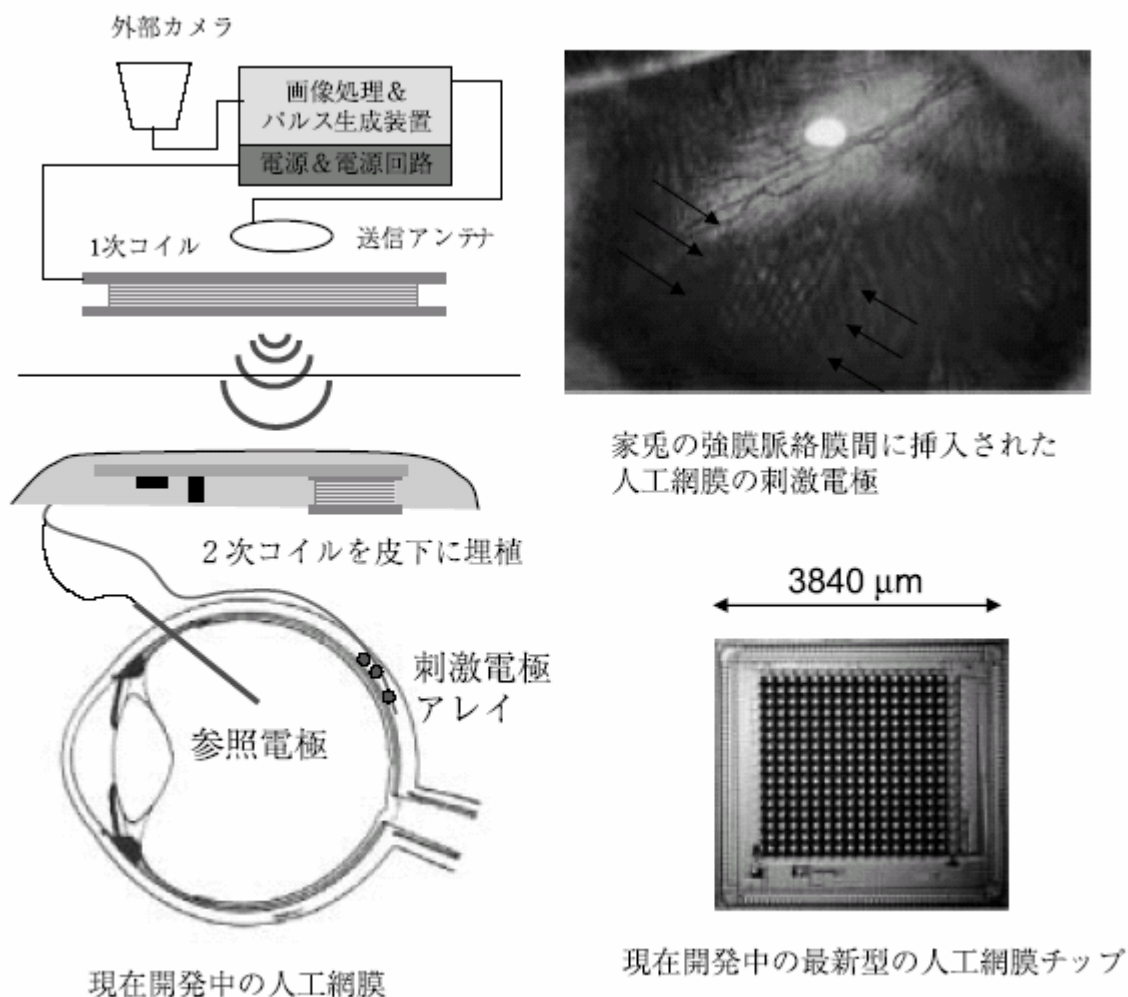


図 10 現在開発中の人工眼

加齢黄斑変性の治療として、これまでレーザー治療・手術治療・経瞳孔温熱療法が施行されてきたが、その成績は決して満足のものではなかった。昨年になり、光線力学療法の本邦における好成績が報告され、本症における重要な治療法として期待されている。しかしこの光線力学療法ですら、治療後に得られる視力回復度は患者にとって決して満足をもたらすものではなく、新たな治療法の開発が望まれている。本症における今後 10年の課題は、以下の 5点である。

- i) 加齢黄斑変性の原因となる脈絡膜新生血管の発生メカニズムの研究
- ii) 実際に加齢黄斑変性に近い疾患モデル動物の確立
- iii) 強力かつ有効な抗新生血管作用を持つ薬物の創薬
- iv) 眼内への DDS の開発
- v) 本邦における光線力学療法治療成績のさらなる集積と治療適応の確立

特に脈絡膜新生血管の発生メカニズムに関する基礎研究は重要である。本症の発症機序として、網脈絡膜における局所の炎症、または附随するケモカイン・サイトカインの関与を示唆する報告が

蓄積されてきている。これらの結果は、今後本症の治療法としてステロイド、抗各種生理活性物質薬、さらに新たな抗新生血管作用薬を用いた薬物療法が重要な選択肢となりうる可能性を示唆しており、将来的には光線力学療法に取って代わる治療法となると予想される。これにより、今後 10 年で加齢黄斑変性による中途失明を飛躍的に減少させることを目標とする。

c．糖尿病網膜症による失明の阻止

糖尿病患者数は現在も増加の一途を辿っており、現在の患者数は約 600—800 万人といわれている。このような中で、予防医学が功を奏するべき疾患であるにもかかわらず、現在においても糖尿病網膜症による失明は後を絶たない。今後 10 年の目標の一つに、「糖尿病網膜症による失明の阻止」を掲げ、糖尿病網膜症の早期発見と早期治療のための体制の確立を目指す。そのために、まずインターネット、マスメディア、講演会、出版による、一般社会に対する啓蒙活動を強化する。次に内科医との連携を緊密化し、糖尿病患者の定期的眼科検診を義務づける。さらに効果的・経済的な眼底スクリーニング法の開発、およびスクリーニングに携わる眼科医の教育を徹底していく。現在の糖尿病網膜症患者に対する眼科的治療法としては、レーザー光凝固と硝子体手術の二つが主である。今後 10 年は、さらに糖尿病網膜症の発症と進行を予防する以下のような薬物との併用療法の研究が期待される。このような薬剤の開発には産学の共同研究体制の確立が必要となる。

i) 生理活性物質の活用

ii) アルドース還元酵素阻害薬

iii) アンギオテンシン変換酵素阻害薬

d．病的近視のメカニズム解明と治療

近視は日本を含むアジア人に頻度が高く、その発症年齢は低年齢化の一途を辿っており、社会的な関心も非常に高い。また、強度近視は黄斑部の網脈絡膜萎縮や新生血管により著しい視力障害を合併することがあり、実際に本邦における視力障害の原因の 6% を占めるに至っている。このような強度近視による視機能障害は異常な眼軸長の延長に伴うものであるが、特に発症のメカニズムとその予防法の確立が求められており、今後 10 年に以下のような研究を推進する。

i) 病的近視の発症に関与する遺伝子の発見

ii) 眼軸延長の分子メカニズムの解明

iii) 疫学調査による、近視発症に関与する後天的因子の調査

iv) 近視の有効な予防法の確立と社会的啓蒙

v) 近視に伴う新生血管発症の機序の研究と治療法

vi) 外科的療法による病的近視による視機能障害の治療

e．黄斑浮腫に対する治療

黄斑浮腫は糖尿病網膜症、ぶどう膜炎、白内障術後などに合併し、重篤な視力低下をきたす原因となる。これまで黄斑浮腫に対する有効な治療法はほとんどなかったが、近年ステロイド薬（トリアムシノロンアセトニド）の眼内注射やテノン嚢下注射が用いられ、良好な成績を得ている。この治療法は外来にて比較的簡単かつ低コストで行える利点があり、今後さらに臨床に広く普及していくことが予想される。そのためには早期に臨床治験を実施して保険適応の必要性を行政に啓発して

いく必要がある。また、投与薬剤としては今後 10年間にトリアムシノロンアセトニド以外の強力かつ低副作用の薬剤の開発が望まれており、以下のような研究が必要である。

- i) より長期に効果を持続する薬剤の開発（リポソーム、マイクロスフェアなど）
- ii) 眼内注射やテノン嚢下注射以外の投与方法（生体分解性高分子インプラント、プラグ）
- iii) ステロイド以外の抗黄斑浮腫薬の開発

f. 難治性網膜硝子体疾患に対する外科的治療法の確立と普及

近年の硝子体手術法の発展により、かつては難治であった多くの網膜硝子体疾患が治療可能となってきた。しかしながら、現在においても硝子体手術は眼科医の中でも特殊かつ高度な技術を要する手術と捉えられており、熟練した硝子体手術者の絶対数は常に不足している。今後 10年は、より安全かつ確実な手術技法や機器の開発を進め、硝子体手術のさらなる普及を目標とする。

それには以下のようなプロジェクトが必要とされる。

- i) 手術に用いる新しい手術補助剤の開発
- ii) 薬理学的に硝子体の液化を惹起させる薬剤の開発
- iii) ロボット、あるいはマイクロマシーンを用いた手術方法の研究
- iv) 小切開創からの手術法と器具の開発
- v) 手術時の新しい眼内観察法の開発
- vi) 硝子体手術の教育の推進

5) ぶどう膜

広義のぶどう膜炎（内眼炎）は、「眼内の全ての炎症」を指す。原因病態は感染、自己免疫疾患、血液疾患、悪性腫瘍等多岐にわたる。中には眼ベーチェット病など高率に中途失明に至るものもある。ぶどう膜炎の多くは再発する可能性のある慢性病であり、姑息的に眼炎症をコントロールするだけでなく、長期的観点から患者の QOL を考える必要がある。今後のぶどう膜炎診療は、難治性ぶどう膜炎の克服と同時に、さらなる診断精度向上と副作用の少ない治療法開発が求められる（図 11）。

a. 難治性ぶどう膜炎・眼ベーチェット病の克服

ベーチェット病は眼症状、皮膚症状、口腔アフタ性潰瘍、外陰部潰瘍を主症状とする原因不明疾患である。中近東、中国そして日本に多く、シルクロード病とも呼ばれる。発症遺伝素因として HLA-B51（白血球の持つ抗原の一種）が挙げられ、20-40代の若年に発症する。急性期にはステロイド薬局所投与、緩解期にはコルヒチンや免疫抑制薬で治療されるが、特に網膜ぶどう膜炎型は治療に反応せず失明に至る症例が多い。若年失明を来することから社会的関心も高く、日本では早くから難病特定疾患に指定されている。現時点で手の施しようのないベーチェット病に対し、この 10年で有効な治療法を確立する。特に以下に述べる顆粒球除去療法は眼ベーチェット病克服のための有用なツールになろう。

数々の基礎研究からベーチェット病に伴うぶどう膜炎発作に、活性化型顆粒球（主に好中球）が深く関わることが知られる。ベーチェット病と同様に顆粒球が発作に関わる潰瘍性大腸炎患者に対し顆粒球除去治療が行われ、副腎皮質ステロイド薬が効きにくい重症患者でも一定の効果を挙げて

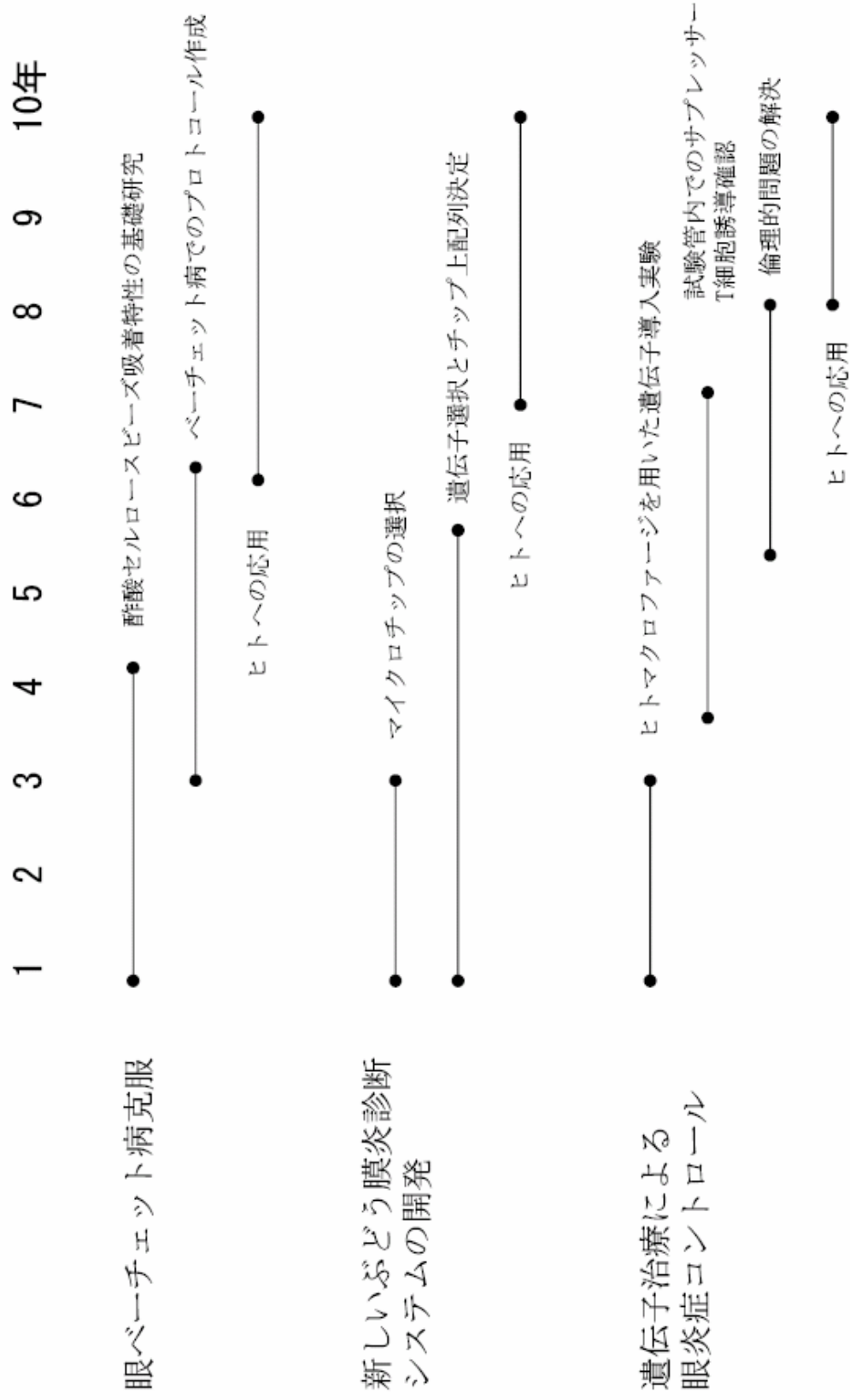


図 11 ぶどう膜炎克服のためのロードマップ

いる。この治療は患者血液を酢酸セルロースビーズカラム内に体外循環させ、病的顆粒球を末梢血から除去するものである。潰瘍性大腸炎で保険適応になっており、安全性は確立されている。本法は、眼ベーチェット病に対して 2002年から行われた予備的臨床試験でもその有効性が確認された。眼ベーチェット病は眼発作を繰り返す度に進行する。ゆえに潰瘍性大腸炎のように一律のプロトコールでなく、眼発作の発症を予測した上で、患者の状態に応じた治療を行うことで、精度の高い安定した治療成績が得られると考えられる。

b．新しいぶどう膜炎診断システムの開発：診断用マイクロアレイ

前述のとおり、ぶどう膜炎は多種多様な要因により惹起される。ゆえに現状の診断は担当医の経験にゆだねられ、施設間での精度のばらつきが問題になっている。また多忙な日常診療で、必要なスクリーニング検査を全て網羅することは現実的に不可能で、診断がつかぬまま漫然とステロイド点眼薬を投与し続けるケースもある。今後簡便かつ網羅的なぶどう膜炎診断システム開発が求められる。

DNA マイクロアレイは病因遺伝子を網羅的に検索し得る技術としてリサーチで用いられて来た。数千の遺伝子を同時に同一チップで解析することが可能で、一部臨床応用されている。最近マイクロチップの改良により、DNA のみでなく各種プロテインチップも開発され、同時にチップの小型化と解析装置の簡便／低コスト化も進んでいる。この 10年で、マイクロアレイを用いたぶどう膜炎診断キットを開発する。

現実的にはぶどう膜炎の病因を大きく自己免疫疾患、感染症、悪性疾患等に分類し、それぞれのカテゴリーで必要な検査項目や原因遺伝子、原因タンパクを DNA・プロテインチップを併用して頻度順に網羅する。

c．遺伝子治療による眼炎症コントロール

遺伝子治療技術の発展により様々な遺伝子導入法（または病因遺伝子抑制法）が開発され、その有用性が確認されている。今後ぶどう膜炎に対しても、遺伝子治療は有用なツールになろう。ただし眼炎症部位に直接遺伝子を導入するのはリスクが大きく、ぶどう膜炎で遺伝子治療を行うには、そのデザインに工夫が必要である。

6) 神経眼科

神経眼科学は視覚系、眼球運動系、瞳孔、眼窩、眼瞼、高位中枢を主たる関心項目として発展してきた学問である。いずれも目の最も本質的な機能である「快適で理想的な視覚」を得るために、非常に精緻な神経生理機構に支えられており、従ってこの機構に支障が生ずれば、当然快適な視機能が得られなくなる。過去 10年のこの領域の動向と問題点を見てみると、例えば視神経疾患では、視神経炎についての各国で行われた視神経炎治療多施設トライアルの結果を受けて、治療の考え方が変化した。なお特効薬は見出されていない。レーベル遺伝性視神経症、優性遺伝性若年性視神経症の遺伝子解明が進んだが、遺伝子治療への道のりはなお遠い。また、眼底所見の乏しい種々の新しい網膜症、各種の自己免疫性視神経症、若年者の虚血性視神経症などの存在が次々と報告され、これまでのように安易に「視神経炎」とまとめることができなくなったことは進歩であったが、治療への結びつきはまだ弱い。視機能評価については、フリッカー（チラツキを認知する）視野計、

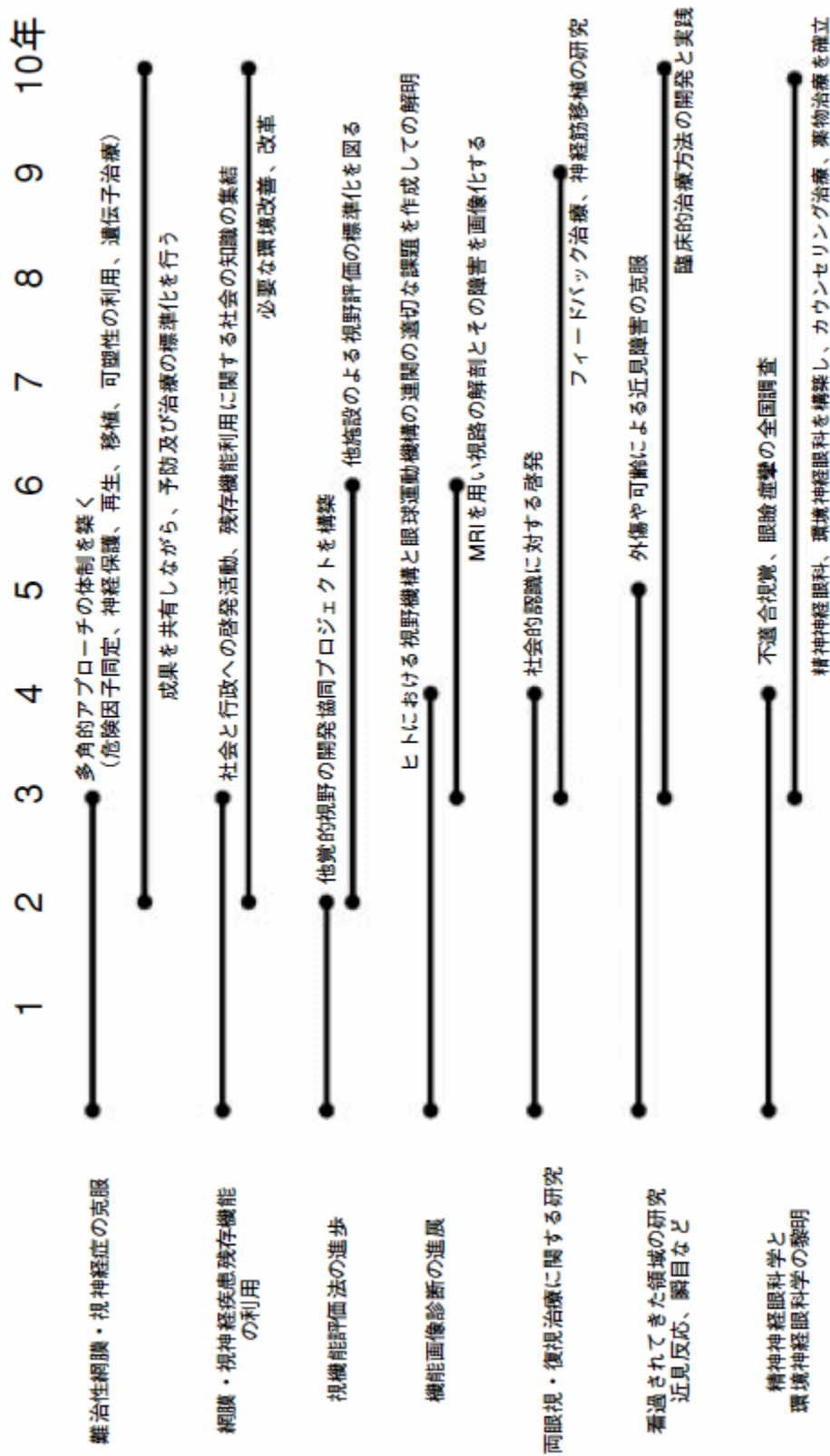


図 12 神経眼科のロードマップ

瞳孔反応による視野計，多局所網膜電図や視覚誘発脳波など各種の新しい戦略を持った視野測定がなされるようになり，また乳頭形状や網膜神経線維層の定量的評価ができる検査器械が発達して，神経眼科の疾患においても，種々の角度から定量的検索が可能になった。ポジトロン CT，機能を示す MRI を用いた神経眼科的異常の解明もかなり進んだ。このように，過去 10 年の神経眼科の知識と診断能力の発展は頗る順調な発展を示した。しかし，視神経症，眼球運動障害をはじめとした快適な視覚を得るための機構が損傷したときの臨床的対応については，まだ不十分で，その克服のためには多角的アプローチが必要である。さらに，「快適な視機能を得る」ための重要な機構であるにも拘わらず，注目度の低かった近見反応，瞬目，化学物質に由来する種々の目の障害などにも光を当てる必要がある。ロービジョンや環境問題については医療界でも社会的にも関心が高まってきたが，視覚や目にまつわる不調とメンタルケアの面，さらには複雑で多忙な社会を背景として，各種の精神疾患，向精神薬服用者の視覚や目に関する愁訴が多様化し増加していることに鑑み，これまでは神経眼科学の範疇外と思われていたこうした領域に対しても，神経眼科学が貢献すべき時期に来ていると思われる（図 12）。

a．難治性網膜・視神経症の克服

網膜視神経はそもそも再生能力のない部位であり，その障害はしばしば不可逆的となる。その克服には次のようなものが考えられる。なお，難治性視神経症は厚生労働省の特定疾患対策研究事業対象疾患に平成 9 年より加えられている。

i) 難治性網膜・視神経症の治療法開発

炎症，血管障害，免疫異常，遺伝子異常に対し，抗炎症，循環改善，免疫抑制，遺伝子治療のさらなる開発を進める。

ii) 中毒性視神経症・中毒性網膜症の医療

中毒性視神経症と中毒性網膜症に関しては，未知の部分が多く，種々の医療用薬物，生活環境に存在する化学物質などによるこれまで気づかれていない慢性中毒が見つかる可能性があり，また複合中毒についても引き続き注意を払ってゆく。

iii) 危険因子の同定

発症の危険因子，増悪の危険因子を探し出し，日常生活の中で予防，進行抑制を図る。

iv) 神経保護療法の開発

原因によらず，神経細胞死が進むことを効率的に抑制する，神経保護治療を開発する。

v) 神経再生，神経移植に関する基礎的研究

視神経に焦点を合わせた神経再生，神経移植に関する基礎的研究をさらに進展させる。

vi) 神経可塑性を利用した代償機構の研究

vii) 残存視機能有効利用を目指した機器の開発

b．視機能評価法の進歩

総論で述べたような各種の新しい視野計の出現は，眼科臨床に大きなインパクトを与えている。しかし，これらの多くは緑内障の早期発見をひとつのゴールとして開発されてきたものであり，網膜生理学に則って機能別視野測定を目指したものではなかった。錐体別視野，オンオフチャンネル

別視野、大細胞小細胞など網膜神経節細胞機能別視野の進歩が期待される。さらに、瞳孔視野や多局所 VEP などの他覚的視野計もまだ固視不良などに対する対策が不十分であり、得られた結果の評価についての標準化も進んでいない。このため臨床眼科の中ではなお広く普及するに至っていない。多施設による共同プロジェクトを進めるべきと考えられる。

c．機能画像診断の進展

眼球運動の核上性機構や視覚の高位中枢機構の脳生理学的解明に対しての知識はかなり蓄積されてきたが、サルなどまでの実験的解明が主たるものであり、ヒトにおける機構の解明は、これらの神経生理学的知識を参考にしながら、臨床例を解析する方法しかなかった。臨床例の解析、蓄積は引き続き重要であるが、これらに加え機能画像診断学（ポジトロン CT、機能を示す MRI）や脳磁図（MEG）の応用を、より積極的に行うことが期待される。そのテーマとして種々のものがあるが、眼球運動機構と視覚機構との関連の解明、視覚認知に関する解明、視覚変容や非器質的視力視野障害、瞬目機構の解明などが特に期待される。機能画像診断では、解析すべき眼球運動や瞬目自体が人工産物になる欠点の克服のために新しい方策の導入が必須である。

d．両眼視、複視治療の研究

眼球運動系は正常な視覚を得るのに必須なものであり、ここに支障があれば両眼視機能障害や複視が生じ、正常な日常視が阻害され、健全な社会生活ができなくなる。両眼視は生物学上極めて高度に発達した視機能であり、乳小児期に獲得される立体感や距離感を司る能力である。両眼視が正常に獲得されないと斜視、弱視を誘発するため、小児の視覚を理想的に発達させる中枢神経機構と対応する視環境に関する研究は極めて重要であり、神経眼科領域と小児眼科領域の研究者が共同で取り組まなければならない課題である。一方、複視は主として後天的な種々の眼球運動障害により、正常な両眼視ができなくなった状態であり、患者にとっての日常視における苦悩ははかりしれない。すなわち、複視が生じれば、単眼視せざるを得ず、それまでと同等の効率での業務は続行できず、とくにコンピュータを利用した仕事でも事実上業務続行を断念する例が少なくない。ところが、こうした両眼視障害の日常視における影響については、周囲社会の理解が極めて乏しいのが現状である。

この領域で発展させるべき治療としては、フィードバック治療、両眼視リハビリテーション（視能訓練）、神経筋移植を含む手術が考えられ、これらに関する臨床および治療トライアル研究を進める必要がある。

e．低注目度領域の研究

近見反応ダイナミズム、瞬目（眼瞼の開閉）といった機能は、眼球運動系とともに正常な視覚を得るのに必須なものであり、これらの障害があれば直ちに日常視が阻害され、円滑な社会生活はできなくなる。特にコンピュータを利用した仕事には就けないのが現状であり、患者にとっての苦悩ははかりしれない。にもかかわらず、視覚路そのものの異常に比して臨床医からも社会的にも、無視あるいは軽視され続けてきた。それは視力視野障害が法的にも視機能障害の主たるものとされているのに対し、これらの機能は単に視機能の副次機能としてしか位置付けられなかったためではないかと考えられる。そして、近見機能や瞬目障害の影響については周囲の理解が極めて乏しいため、

他の視機能障害者以上に、患者は苦悩する結果となった。このように、実は視機能に重大な影響を与え、社会生活を正常に営むために必須のこれらの機能障害に対して、日常視を考慮した自覚的他覚的評価方法の開発、障害機序の解明および治療についての研究を、多数の医師、研究者が関心を持ち、同時にこの障害の社会的な理解を進めることが肝要である。

また、近視の生理的障害として老視がある。これまで加齢による不可避の現象として医学の領域ではほとんどテーマとされてこなかったが、45歳以上の人口が 90%を超える今世紀に克服すべき大きなテーマとして俄かにクローズアップされてきた。近視障害の機構を神経生理学的観点から解析し、抗加齢医学の一大成果とすることが期待される。

f. 精神神経眼科学、環境神経眼科学の黎明

神経眼科の臨床において最大のテーマは、正常で快適な視機能が障害された患者に対し、どのような治療や、ケアを行うかということである。ここで、視覚や目にまつわる不調は、氾濫している化学物質への曝露(化学物質過敏症)、理想の視環境とかけはなれたテクノロジーの普及(IT 眼症)、複雑な社会的背景の中で心因性視覚障害の増加や、抗不安薬、抗精神薬など中枢神経系に作用する薬物の多用による目や視覚に関する愁訴の増加をもたらすことに思いを致さなければならない。つまり、生物学的意味において、視環境、労働環境、生活環境の劣化があり、これによる目の不定愁訴は日常臨床で非常に多く経験するが、その原因の解明やケア、治療は眼科においても他科においてもほとんどなされてこなかった。しかしようやく不定愁訴の原因として、これらの環境問題および目や精神へのストレスを取り上げる機運もでてきており、視覚系への影響について検証されていない多種の新薬の出現、麻薬の氾濫にも特段の監視を行っていく必要性も認識され始めた。そうした意味から、時代と人々の要求に合った精神神経眼科学、環境神経眼科学をひとつの臨床研究単位として確立していくことは緊急課題である。

2. 聴覚障害・平衡覚障害の医療

感覚器障害の障害者の人口に対する割合はどの程度を占めるのであろうか。

東京都で身体障害者手帳が約 38万人に発行されている。そのうち、聴覚障害(2, 3, 4, 6 級)と平衡機能障害(3.5)は 9.9%, 一方、視覚障害は 9.5%を占める(東京都福祉局業務統計月報'03)。この 3つの障害で約 20%を占めることがわかる。先天性感音難聴児の出生頻度は 1000人中に 1人(0.1%)で、約1,200人の出生数である。ろう学校の在籍児童数は約 7,000人である(学校基本調査報告書'02)。このうち聴覚障害は左右の聴力レベルが 70dB以上で、世界でも基準が厳しいと指摘されている。中等度の難聴、すなわち 40~60dB でコミュニケーションのために補聴器の必要な先天性、後天性の難聴の患者が多数存在する。全国の身体障害者のうち聴覚障害の手帳を持っているものだけで約 30万人存在する(厚生統計要覧'03)。これ以外に加齢による難聴は平均聴力が中等度難聴に入るのは 75 歳以上の高齢後期の世代である。推計では 65歳以上の老年人口は約 2,400万で、そのうち約 1,000万近くは難聴があると見込まれる。疾患別には、中耳性疾患約 7万人、内耳性疾患約6万人と見込まれている(厚生統計要覧'03)。このように身障手帳の対象とならないが、難聴で生活の困難に直面している人々は日本の総人口の10~20%は存在すると見込まれる。難聴お

よび平衡覚障害の克服と生活支援は国民にとって身近で対処を必要とする問題である(図 13, 14)。

1) 中耳障害

a . 中耳炎

中耳の障害で頻度の高いものは中耳炎である。幼小児の急性中耳炎、滲出性中耳炎、小児や成人の慢性中耳炎、真珠腫性中耳炎がこれに当てはまる。急性中耳炎は耐性菌の出現が多く、これは抗生物質の投与が我が国では乱用されていることも原因の 1つと見なされている。しかし、感染症の制御が現在進んでいる。滲出性中耳炎には鼓膜換気チューブ留置術、慢性中耳炎や真珠腫性中耳炎に対しては外科的に鼓室形成術が感染の制御と聴力の改善に効率的である。

b . 中耳奇形

中耳炎の数は多いが、ほとんどが制御可能である。大きな分野は奇形である。中耳奇形には外耳道閉鎖と耳介奇形を合併するものと、外耳道閉鎖だけのもの、外耳道は存在する、3つのタイプに分けることが出来る。トレッチャー・コリンズ症候群はその代表的な先天奇形で、このいずれもが存在する。特に両側外耳道閉鎖では、平均約 60dB の伝音難聴を示すために補聴器が必要である。この補聴器は骨導補聴器で頭蓋骨を振動させその振動を直接内耳へ伝えるタイプである。現在の骨導補聴器は振動部分を乳突部に 1個使用するように指導されている。骨導補聴器の周波数特性は音声知覚の周波数に合うもので 250~4,000Hzである。これは音楽には向いていない。1台しか使用しないために音の方向がわからない。このような限界がある骨導補聴器が世界中で使われている。このような症例に対し、両側の外耳道形成、鼓室形成術を行い、それでも聴力改善が不十分なため、両側にカナル型補聴器に切り換えるようにすすめられている。

c . 埋込型骨導補聴器

中耳奇形・外耳道閉鎖、術後耳の症例に対し、埋込型骨導補聴器の移植術も行われている。これは頭蓋骨にネジを植込み、それに補聴器本体をつなぐようなコンセプトのものである。

d . 人工中耳

人工中耳は、我が国で混合難聴の改善のために開発されたが、その後、欧米では感音難聴の改善のための埋込型補聴というコンセプトで開発と臨床応用がなされ、追い越された状況にある。新たな振動素子を開発し、中耳奇形のような伝音難聴、聴力改善手術で効果の少ない混合難聴、あるいは骨導の改善のために内耳性難聴に対しても効果のある新たな人工中耳の開発が待たれている(図 15)

e . 両側外耳道閉鎖、両側中耳奇形、両側中耳炎に対する新しい高音質のコードレス両耳用骨導補聴器の開発

人間の聴こえは 125~20,000Hz の周波数をカバーすることが出来る。現在の骨導補聴器のカバーする周波数は著しく狭い。この広い周波数をカバーする新しい振動素子を開発し、かつ両耳骨導補聴を可能として、超小型でコードレスでハンドフリーになるような高音質のコードレス両耳用骨導補聴器を開発する。

f . 伝音難聴、混合難聴、感音難聴のための新しい人工中耳の開発

中耳伝音機構に人工的に振動子をつなぐことで聴力改善困難な伝音難聴、例えば小耳症・外耳道

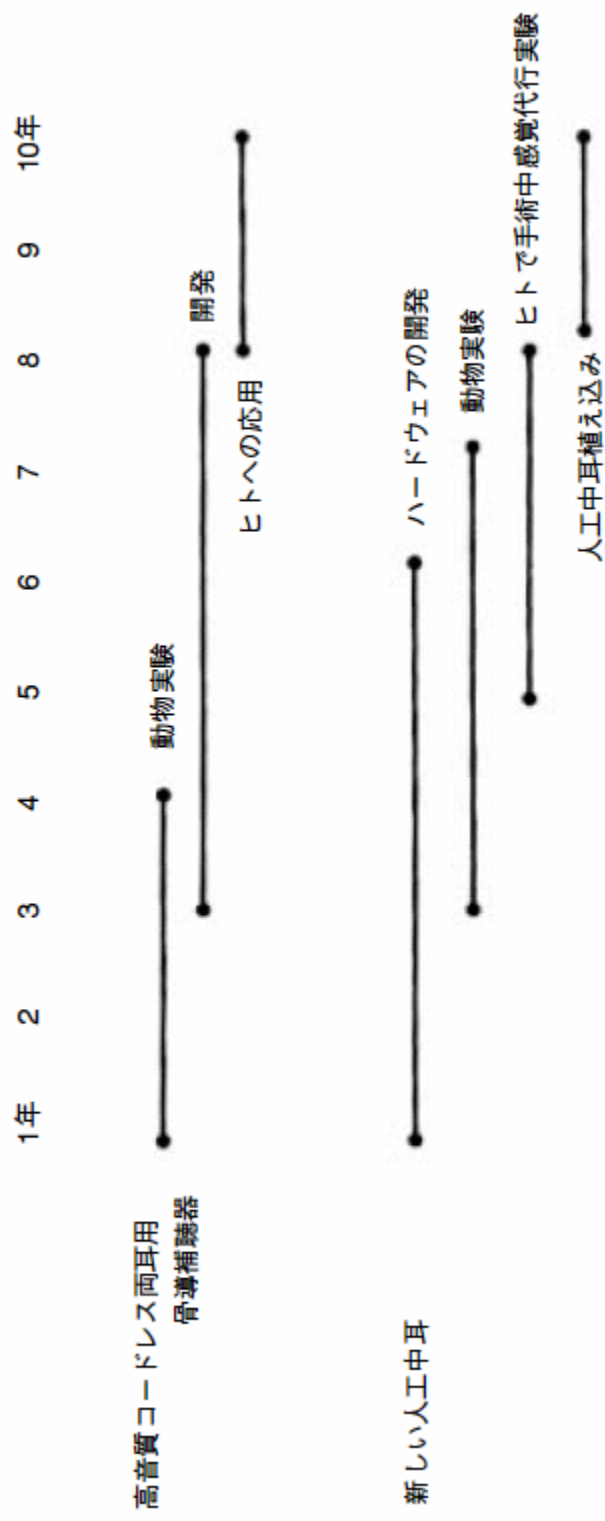


図 13 中耳障害に対するロードマップ

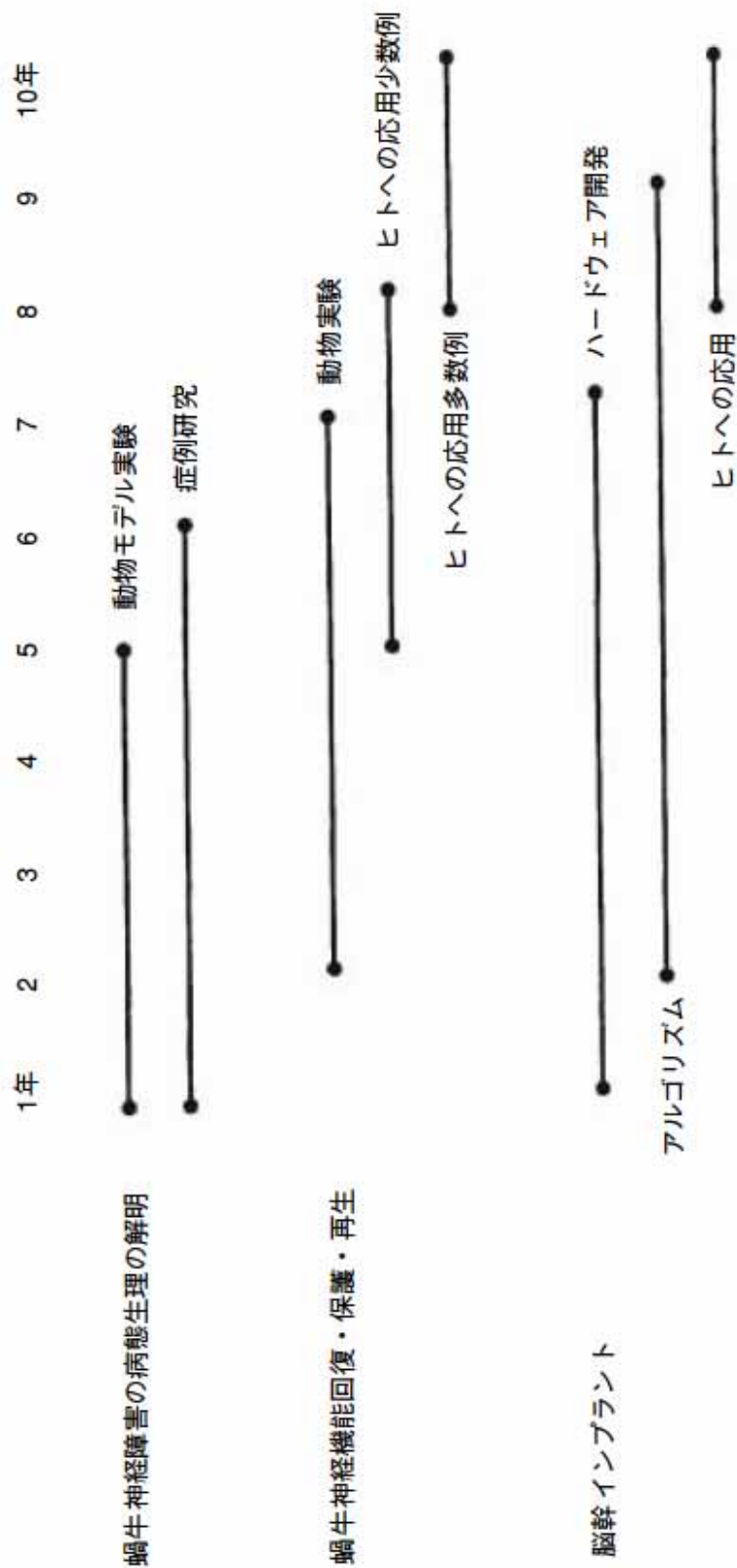


図 14 蝸牛神経障害に対するロードマップ



図 15 人工中耳の動作原理

体外部から音信号が皮膚を介して電磁誘導で体内部に伝えられる。アブミ骨へ圧電セラミックの振動素子を通して伝えられる。

閉鎖に伴う中耳奇形，混合難聴，さらに感音難聴の改善も可能なデバイスを開発する。

2) 内耳障害

a. 高度難聴の再生医療

聾者を含めた高度難聴者の聴覚を回復するために，感覚細胞及び蝸牛神経節細胞を研究の対象として，幹細胞医学，細胞移植治療，遺伝子治療を内耳に応用する再生医療の実現を目指す。また，これらの細胞を再生あるいは細胞死から防御することにより，完全な再生による自然な聴力の再獲得，あるいは現在高度難聴の唯一の治療手段とされている人工内耳治療を補う理想的な聴力の再獲得の可能性について研究する（図 16）。

b. 再生医療の戦略

① 移植細胞から感覚細胞への分化誘導，② 蝸牛神経節細胞への分化誘導，③ 移植細胞による蝸牛神経節細胞の保護を中心課題とし，これをサポートする形での遺伝子治療，ドラッグデリバリーシステムの応用を検討する。またこれらに関連した内耳への移植技術，分化誘導，ドナー細胞の供給に関する問題解決と，その後の臨床治験へ応用に向けた研究を行なう。

c. 内耳移植ドナー細胞供給に関する基盤技術の研究

細胞移植による聴覚の再獲得を目標とし，内耳細胞移植のドナー細胞となる細胞生産の基盤技術について研究する。内耳感覚細胞，らせん神経節細胞，内耳に栄養因子を供給する細胞を目的とする細胞とし，これらの前駆細胞となる移植ドナー細胞を開発する。臨床的に供給可能な移植ドナー細胞のソースは，胎児組織，胚性幹細胞，骨髄由来間葉系幹細胞，羊膜細胞がある。これらの細胞ソースから上記の目的細胞に最適なドナー細胞を分離培養し，これらの量産化のための至適培養条件を決定する。

d. 内耳への薬剤，遺伝子導入技術の開発

細胞移植による内耳再生支援に関する基盤技術の研究移植した細胞が高効率に内耳に生着し，目的とする細胞に分化することが機能的な再生には不可欠である。これを支援する技術として，内耳への薬剤，遺伝子導入技術を開発する。他の組織において有効性が確認されている徐放ジェルの応用，ウイルスベクターおよび非ウイルスベクターの内耳応用について研究する。同時にシナプス形成，神経軸索延長効果を持つ薬剤の内耳への応用に関する検討を行う。

e. 研究モデルの検証

内耳細胞移植による聴力再獲得の基盤技術の研究内耳細胞移植実験では，内耳感覚細胞再生モデル，神経節細胞再生モデル，細胞移植による神経節細胞保護モデルの 3 つについて検証する。内耳感覚細胞再生モデルでは，ヒト臨床応用を念頭に置いた細胞移植のみによる聴覚再生について，その可能性についてマウス，ラットを用いて検証する（図 17）。神経節再生モデルでは，らせん神経節の機能的再生を目的としたチンチラ，モルモット，マウスの神経節変性モデルをレシピエントとし，神経幹細胞，胚性幹細胞および骨髄由来間葉系幹細胞を用い，ヒト臨床応用の基盤技術について検討する。蝸牛神経節保護モデルでは，人工内耳と細胞治療のハイブリッド化を想定し，残存するらせん神経節の生存促進の可能性を検証する。げっ歯類で検証された結果を霊長類に応用し，臨床実施を目指す。

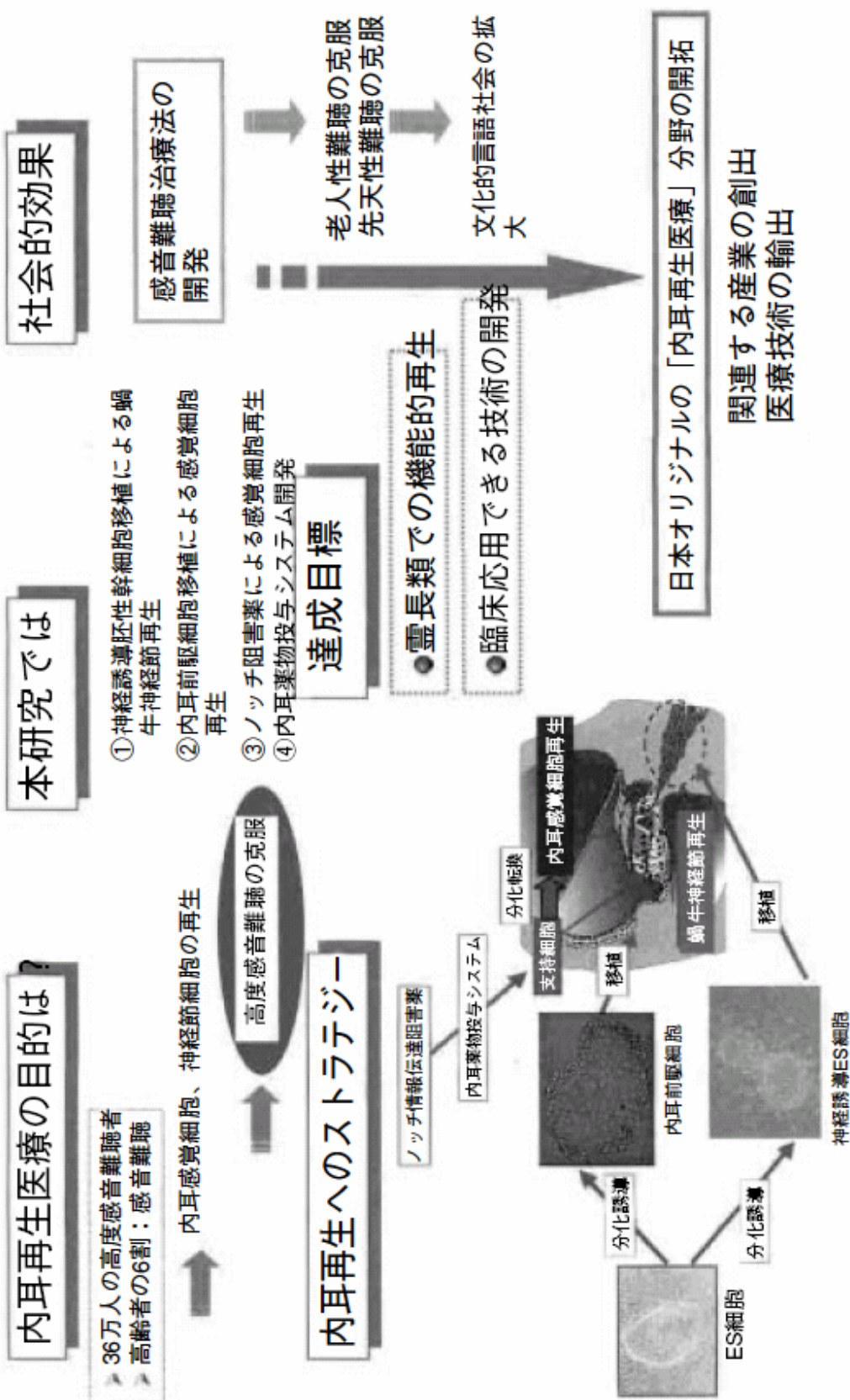


図 16 内耳再生医療技術の開発

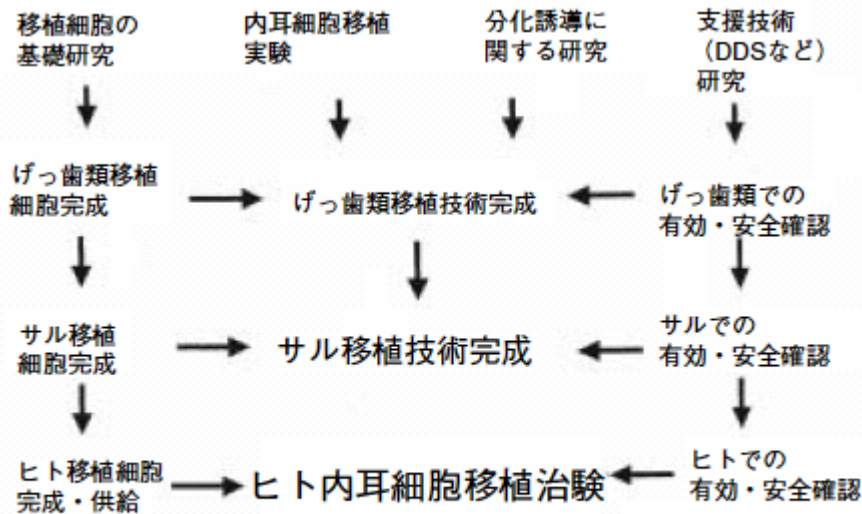


図 17 細胞移植による内耳有毛細胞再生計画

3) 蝸牛神経障害

a . 神経性難聴

感音性難聴の多くはコルチ器の内外有毛細胞あるいは血管条の障害である。このカテゴリーの中～高度の難聴には補聴器を用い、より重い聾の場合は人工内耳の埋込術が画期的な成果をあげている。内外有毛細胞の一次ニューロンの蝸牛神経は脳幹の蝸牛神経核に投射する。蝸牛神経は 3 万本ある。内有毛細胞は 3,000 個, 外有毛細胞は 12,000 個あり, 蝸牛神経 1 本あたりいくつもの有毛細胞に関与することがわかる。蝸牛神経の変性による難聴は神経性難聴と呼ばれ, 老人性難聴の一部, 聴神経腫瘍やフリードライヒ病などで生じ, この重要な役割は知られている。特に老人性難聴は 10～20% は少なくとも占めるものと予測される。過去 10 年, 蝸牛神経が難聴との関連で重視されるようになってきている。その 1 つは人工内耳は蝸牛神経そのものを電氣的に刺激しているために蝸牛神経の数が十分に保たれているか重要な課題となることがわかったことである。

b . 聴神経症

2 つ目は, 1996 年に報告されたスターらの聴神経症, カガ(加我)らの聴神経病という新しい蝸牛神経障害による難聴である。この 2 つは同じものであることがその後判明した。この疾患の出現率はまだ全くわかっていない。

c . 両側聴神経腫瘍

3 つ目は両側聴神経腫瘍の難聴である。両側の聴神経腫瘍のために蝸牛神経は損傷を受け聾となる。両側聴神経腫瘍の発生頻度は 4 万人に 1 人で, 毎年全国で 30 人程度の出現率である。20～60 歳代だけで 1,200 人位の患者が存在すると見込まれる。このような症例に対して, 米国とヨーロッパで聴性人工脳幹という脳幹の蝸牛神経核の表面に電極を移植する全く新しい治療が開発されたことである。

d . 神経性難聴の治療の現状

以上の 3つの問題についての現在の我が国の現状を説明する。①人工内耳と蝸牛神経の関係であるが、先天的に内耳道が狭い場合は術前に気がつくが、内耳道が正常のサイズであれば蝸牛神経の数がどうであるかはわからない。老人性難聴で蝸牛神経変性型があるが正確にはそうであるかわからない。②聴神経症（聴神経病）は診断方法がわかっただけで、治療法については小児では人工内耳手術が効果的という報告がある。先天性と後天性がありその病態生理は不明である。③ 脳幹インプラントは動物実験を経ることなくいきなり臨床応用されている。オーストラリアのコクレア社製の脳幹インプラントは世界に 400例、オーストリアのメドエル社製の脳幹インプラントは世界で数十例行われている。我が国ではコクレア社製が昨年まで 2 例、メドエル社製が 2 例この 7月に行われた。聴力をあきらめたままの両側聴神経腫瘍の患者は我が国には多数存在すると考えられる。

以上、現状は蝸牛神経障害を克服しつつあると言い難く、むしろこれから挑戦がいよいよ始まるという段階といえよう。

e . 蝸牛神経障害の病態生理の解明

病態生理はまだわかっていないものが多く、原点に戻り、下記の 3つに分けて基礎的な研究を行う。

i) 蝸牛神経発生異常（蝸牛神経形成異常）

ii) 蝸牛神経の変性

a) 老人性難聴（ラセン神経節障害型）

b) 聴神経症（聴神経病）

iii) 両側聴神経腫瘍による変性

f . 蝸牛神経の再生

これは、2)の内耳障害の再生医療と共通するものが多く、ともに蝸牛神経の再生研究に取り組み、神経性難聴の再生医学的治療法の開発に取り組む。

iv) 成長因子による方法

v) 幹細胞移植による方法

g . 脳幹インプラントの臨床応用

現在の脳幹インプラントは人工内耳をそのままヒトに応用し、基礎的な動物実験を得ずに行われている。そのために性能には大きな限界があり、以下の手順で研究開発に取り組む（図 18）。

i) 脳幹への移植の基礎研究

ii) 新しい電極の開発

iii) 新しいアルゴリズムとプロセッサの開発

iv) ヒトへの臨床応用

4) 前庭機能障害（平衡覚障害）

a . 平衡覚障害対応と現状

平衡覚障害は、動物界においては生死にかかわる問題である。敵からの攻撃に瞬時に対応できない、あるいは逆に餌を獲るための行動ができないことなどが原因である。しかし、幸い人間界では、

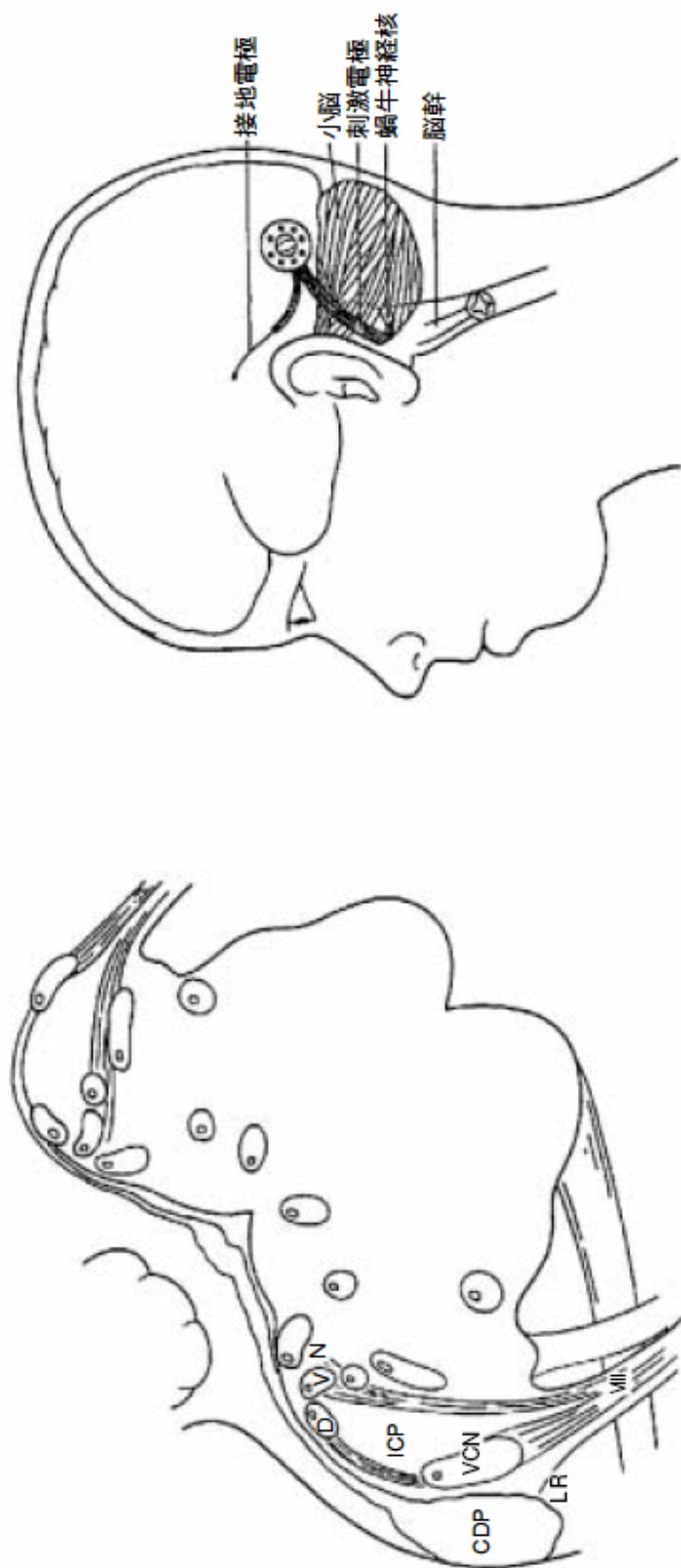


図 18 脳幹インプラント
人工聴神経装置を植え込む解剖学的部位 (左)
VCN：蝸牛神経核腹側核, CDP：蝸牛神経核背側核,
脳幹の蝸牛神経核に植え込みを行った. (右)

そのような必要性がないことから生死にかかわる障害には一般になりえない。しかし、高度の両側前庭機能障害者では、歩行中に周囲の景色が上下して見えて歩けない、あるいは暗闇で行動できないなどの問題が起こる。また、軽度～中等度障害者では、立ったまま靴下が履けない、ゲートボールなどの運動がうまくできないなどの障害が起こる。しかし、多くの場合、これらの障害は筋力低下のため、年のせい、気のせいなどとされ片付けられているのが現状である。

平成 15 年 3 月期の東京都福祉保健局の調べでは、都の身体障害者手帳交付総数 379,562 のうち、聴覚・平衡機能障害への交付数は 37,619 である。平衡機能障害による障害認定については明確に示されていないが、その認定数は聴覚障害に比して極めて少ないものと考えられる。しかし、平成 10 年度の東京都社会福祉基礎調査「障害者の生活実態」によれば、「障害のためにあきらめたり妥協したりしたこと」ということのアンケートの回答で多いもの上位 3 つは、① 旅行や遠距離の外出 (47.6%)、② スポーツ・文化活動 (39.4%)、③ 就職 (29.3%) であり、少なくとも上位 2 つには、平衡障害が強くかかわっているものと想像できる。一方、筆者の大学付属病院の耳鼻咽喉科外来の年間初診者数は 6,000 人程度であるが、そのうち 800 人程度、すなわち 10% 以上がめまい・平衡障害を主訴として来院した患者である。このことから、平衡障害者が如何に多いかが推定できる。しかし、残念ながら、平衡障害に関するこのような調査は、今のところないのが現状である (図 19)。

b. 平衡覚障害の病態生理

聴覚と平衡覚のセンサーは内耳にある。但し、平衡覚は他の情報、すなわち視覚や深部知覚（関節や筋肉の感覚）も利用しているところが、聴覚と全く異なるところである。内耳のセンサーの最も大切な部分は、人類の祖先が水中から陸に上がってきた名残で、液体（内リンパ）の中にある。従って、その液体の運動が刺激の原動力になっている。平衡覚は極めて古い、言い方を代えれば、生物の行動にとって本質的に重要な感覚である。平衡覚センサーは、頭部の回転加速度を感受する 3 つの半規管と直線加速度（代表的なものは重力）を感受する 2 つの耳石器がある。それぞれが頭部の両側に一對あるので、計 10 のセンサーから成り立っている。前庭覚障害は、主としてこれら内耳センサーの部分的あるいは全体の障害、または聴覚のセンサーも巻き込んだ全内耳の障害によって起きる。また、他のセンサーやそれらの情報の統合場所である、脳幹の前庭神経核や小脳の病変によっても生じる。

平衡覚障害の中で、聴覚障害も伴う全内耳障害の代表疾患には、メニエール病、突発性難聴、内耳炎（中耳炎の波及や髄膜炎性のもの）、外リンパ瘻、などがある。また、平衡覚センサー部分だけの障害の代表疾患には、前庭神経炎、薬物性障害（全内耳障害のものもある）などがあげられる。一方、内耳の部分的障害の代表疾患としては、良性発作性頭位めまい症が有名である。

i) メニエール病

メニエール病は、多くはぐるぐる回るめまいが突然起こり、30分から 2 時間程度続く。また、めまいに先立って、あるいはめまいと同時に耳鳴りや難聴といった聴覚の症状が起こり、めまいの消失と共に軽快する。このような聴覚症状を伴っためまいを繰り返すのが、メニエール病の特徴である。長期にわたって、発作を繰り返すと平衡覚障害は高度になり不可逆性になる。この病気は片側の内耳に生じるのが一般的であるが、長期罹患例ではしばしば両側の内耳が障害され、重症の両側

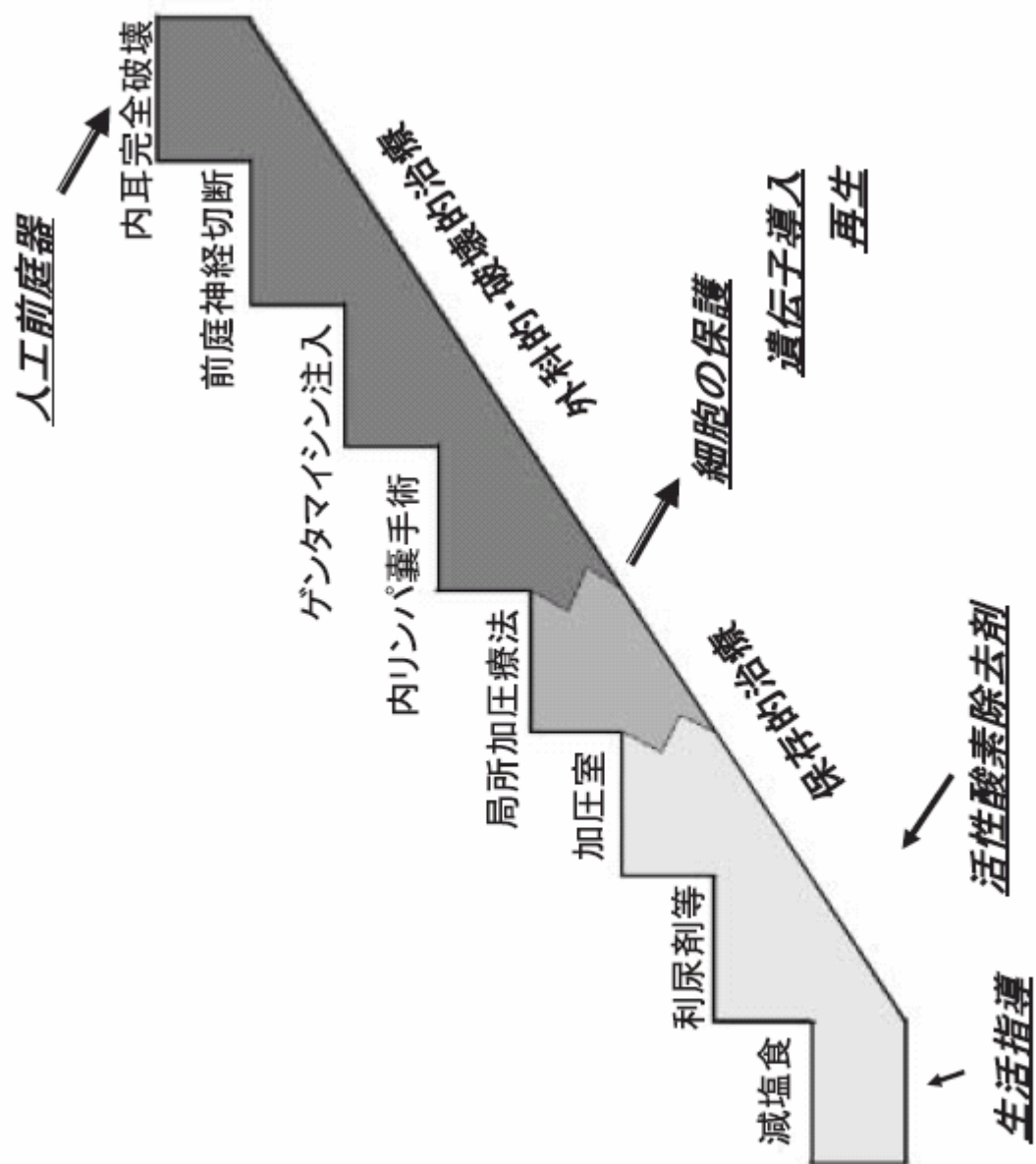


図 19 平衡障害克服のためのロードマップ

性平衡覚障害に発展する。

ii) 薬物中毒

薬物中毒は、耳毒性のある薬物、例えばストレプトマイシンのような抗菌薬（アミノ配糖体抗菌薬）によって生じる。聴覚障害と平衡覚障害を同時にきたすものや、どちらかの障害が強い薬物がある。薬物の内耳毒性によって生じる障害の特徴は、両側内耳が冒されることである。しかも、この平衡障害は徐々に進行する。薬物によって一度障害が起きると、この障害は不可逆性になり、治療の面からは極めて厄介な状態になる。

iii) 前庭神経炎

前庭神経炎は、激しいぐるぐる回るめまいが突然起こり、3日位から1週間程度持続する。めまいが激しいため、多くの場合吐き気や嘔吐が起こる（メニエール病などでも同じ）。しばしば、めまいが起きる前に上気道感染の症状（風邪症状）があることから、何らかの感染が原因ではないかと考えられている。メニエール病のような聴覚症状を伴わず、めまいを繰り返さないのが特徴である。しばしば、片側の平衡覚障害は不可逆性で回復しない。

iv) 良性発作性頭位めまい症

良性発作性頭位めまい症は、平衡覚センサー障害の中で最も頻度が高い疾患である。寝返りや朝起床時に頭持ち上げたときなどに、数秒から十数秒の激しい回転性めまいが起こる。聴覚症状は伴わない。めまいは激しいが、一般に平衡障害が不可逆性になることはない。

c. 平衡覚障害の予防医学、疫学

平衡障害をきたす疾患のうち、厚生労働省特定疾患研究事業として長期的に調査されてきたものにメニエール病がある。従って、メニエール病に関する疫学調査のデータはある程度蓄積されており、学会等でも報告されている。しかし、このように有名で調査が重点的に行なわれている疾患でさえ、信頼できる全国的な疫学調査結果は示されていない。その理由は、メニエール病の診断基準が明確であるにもかかわらず、メニエール病という診断名が余りにも有名なために、めまい・平衡障害に関する専門医以外では、めまい＝メニエール病という認識になっているためである。すなわち、調査結果に真のメニエール病以外の疾患が多く混入するために疫学調査としては不適切なものになっている。そのため、メニエール病の信頼できる疫学調査は一定の地域や施設限定のものになっている。メニエール病でこのような状態であることから、それ以外のめまい・平衡障害をきたす疾患の疫学調査は皆無に近いのが現状である。また、平衡障害に対する治療、リハビリテーションに関する研究はある程度なされている部分もあるが、予防医学に関してはほとんどその実績がないのが現状である。

d. 平衡覚の研究の動向

平衡覚の研究を主体としている学会として日本めまい平衡医学会があり、1957年の発足以来、本年で第63回の学術講演会を向かえている。会員数は2,000名であり、そのうち約170人の専門会員を有している。会員は、耳鼻咽喉科医、神経内科医、脳神経外科医、生理学者、解剖学者等で構成されており、多くの基礎的、臨床的研究がなされている。また、世界的規模としてバラニー学会がある。この学会は、平衡覚に関する業績からノーベル賞を受賞したバラニー教授を称えて設立され

た平衡覚研究の学会である。研究業績等の審査を経た会員数は、現在世界で約 600名であるが、そのうち日本人研究者は約 1/4 を占めている。これらの研究従事者の研究に対して、文部科学省関係の科学研究費や、厚生労働省関係の科学研究費等が補助されているが、感覚器障害の重大性から鑑みると、これらの公的研究費は、世界規模から見てもまだ少額であると言わざるを得ない現状である。この状況が続けば、今後この方面の研究者が減少することが危惧される。

e . 平衡覚障害患者の実像と QOL

両側の前庭機能を喪失すると、人を除く動物界で個体は生き延びることはできない。摂食行動が困難になることや、他の動物の攻撃から身を守ることができなくなるからである。一方、人間界では幸いにしてそのようなことは起こらない。人では、前庭感覚が一見生活の前面にでるような状況が見られないためと解釈できる。しかし、動物界で生死に直結する機能障害が人間では、何らの障害を起こしていないとは考えられない。事実、両側前庭機能を途中で喪失した人は、歩行中に外界が上下に揺れて見えて歩くのに困難を感じる。また、暗闇で歩行ができない、立ったまま靴下がはけない、運動が上手くできないなどの症状が起こる。しかし、多くの場合、これらの症状は他の原因の結果、例えば年のせい、筋力低下のせい、或いは気のせいとして片づけられている。このように他人から思われるには、それなりの理由がある。それは、前庭覚（平衡覚）の維持が、両側前庭機能だけでなく、視覚や深部知覚が関与するさまざまな感覚系によって成り立っているからである。先天性に両側前庭機能が喪失している子どもは、一見健常な子どもと区別できにくいように運動を行うことができる。しかし、他の情報、例えば視覚が働かない状況（暗闇）では、突然平衡覚の破綻が生じることはよく知られているところである。両側前庭機能喪失は、このように、一定の環境では極めて強い生活への支障が、また普段の状況では QOL の維持に大きな影響を与える。

前庭覚は片側前庭機能喪失では、その急性期を除いては明確な異常は現れない。急性の一側前庭機能喪失では、激しいめまいと平衡障害、さらに自律神経症状としての嘔気、嘔吐などが認められるが、多くの場合数週間で軽快し、1年程度でほとんど正常に服する。これは、聴覚と異なり、脳幹や小脳のレベルで、正常に機能している他側前庭からの情報によって前庭の代償が成り立つためである。両側前庭機能喪失の原因としては、先天性のものと後天性のものが上げられる。先天性のものは、先に述べたように、一見健常者と変わらない行動をするので、他人から目に見えて障害者とは分からない。また、それが大きな問題であるともいえる。後天性のものは、内耳を含めた部位の感染、薬物障害、或いは加齢による前庭感覚器の機能低下などが上げられる。後天性の多くが、先にも述べたように、その平衡障害が他の原因によるものと誤解され、老人介護の対象になったり、社会から疎外されるために人的にも経済的に大きな損失になったりしているが、それが認知されていない現状がある。前庭機能喪失者をより健常に近づけることは、対費用効果の意味（介護費用等の減少、高齢化対策）でも重要である。しかし、両側前庭機能喪失自体が十分に認知されていないのが現状である。先に述べた、他の原因として片づけられている人が多く、実態がつかめていないためと思われる。

f . 平衡覚障害の治療戦略

後天性両側前庭機能喪失者の治療に当たっては、その程度あるいは進行程度によって対応しなけ

ればならない。一方、先天性の両側前庭機能喪失者の治療に関しては後天性と異なり、後に述べる人工前庭器の開発と応用によらなければならない。図 19 は、前庭機能障害の代表的疾患であるメニエール病に対する治療戦略（メラー による）に手を加えたものである。メニエール病は一般には片側性疾患であるが、後天性両側前庭機能喪失者の治療戦略を考える上でもよい参考になる。両側前庭機能喪失の治療に関しては、特に治療段階の外科的あるいは破壊的治療の段階がこれに当たる。すなわち、再生医療的アプローチ（細胞保護、遺伝子導入、再生）であり、内耳の完全破壊の更に上流に存在する人工前庭器によるアプローチである。ここで述べた治療法は現在はまだ現実のものではないが、今後 10 年を目処に開発が可能なものである（図 20）。

i) 再生と遺伝子治療のハイブリット型治療

内耳の感覚細胞が障害され、可逆的障害と不可逆的障害が混在するような状況がその適応になる。内耳神経細胞が再生することが確認されてきている。そこで、細胞保護遺伝子を内耳に導入し、可逆的障害を受けている細胞を保護する。同時に、不可逆的障害を受けている細胞には神経再生を惹起する遺伝子を導入する。細胞レベルの保護や再生がなされればその後生じる両側前庭機能喪失を防ぐことができる。

ii) 細胞レベルでの内耳障害機能回復と再生幹細胞導入による前庭細胞保護と再生

内耳の感覚細胞が不可逆的障害をきたした状況では、再生幹細胞導入による前庭細胞の再生が必要である。また、再生された細胞が障害を受けないような保護作用も同時に導入する。これは、神経細胞の再生に止まらず、前庭神経の再生をも視野に入れている治療戦略である。

iii) 人工前庭器開発によるアプローチ

a) 内耳機能廃絶の代行

両側前庭機能喪失が完全に固定してしまった状態では、再生医学的アプローチが不可能な場合が多いと考えられる。また、先天性両側前庭機能喪失については、再生医療の適応にはなり得ないであろう。そのような場合、この失われた前庭感覚器を人工のもので置き換えることが可能であれば最も理想的である。高度難聴に対する人工内耳がこれに当たる。そこで、人工前庭器の開発が必要になる。

b) 人工前庭器の開発

図 21 に示すように前庭器には、回転（角）加速度センサーである 3つの半規管（外側、前、後の半規管）と直線加速度センサーである 2つの耳石器（卵形嚢と球形嚢）があり、それが左右それぞれ 1 対備わっている。人工前庭器では左右一対の必要性はないが、生体で 2つの感覚器で賄っている耳石器機能（直線加速度センサー）は、三次元での対応のため 3つのセンサーが必要である。従って、人工前庭器では、合計 6個（回転加速度センサー 3個と直線加速度センサー 3個）のセンサーを備えなければならない。

c) 人工前庭器の応用

人工前庭器を数年で開発したのち、これを実際に両側前庭機能喪失者に応用する段階に入る。当然、開発と応用の間には、動物実験含めた人工感覚器の安全性等の実証を行う過程が必要になるその後、人工前庭器からの出力をどのように人へ適応するかが問題になる。第 1段階としては、人工



図 20 両側前庭機能障害に対するロードマップ

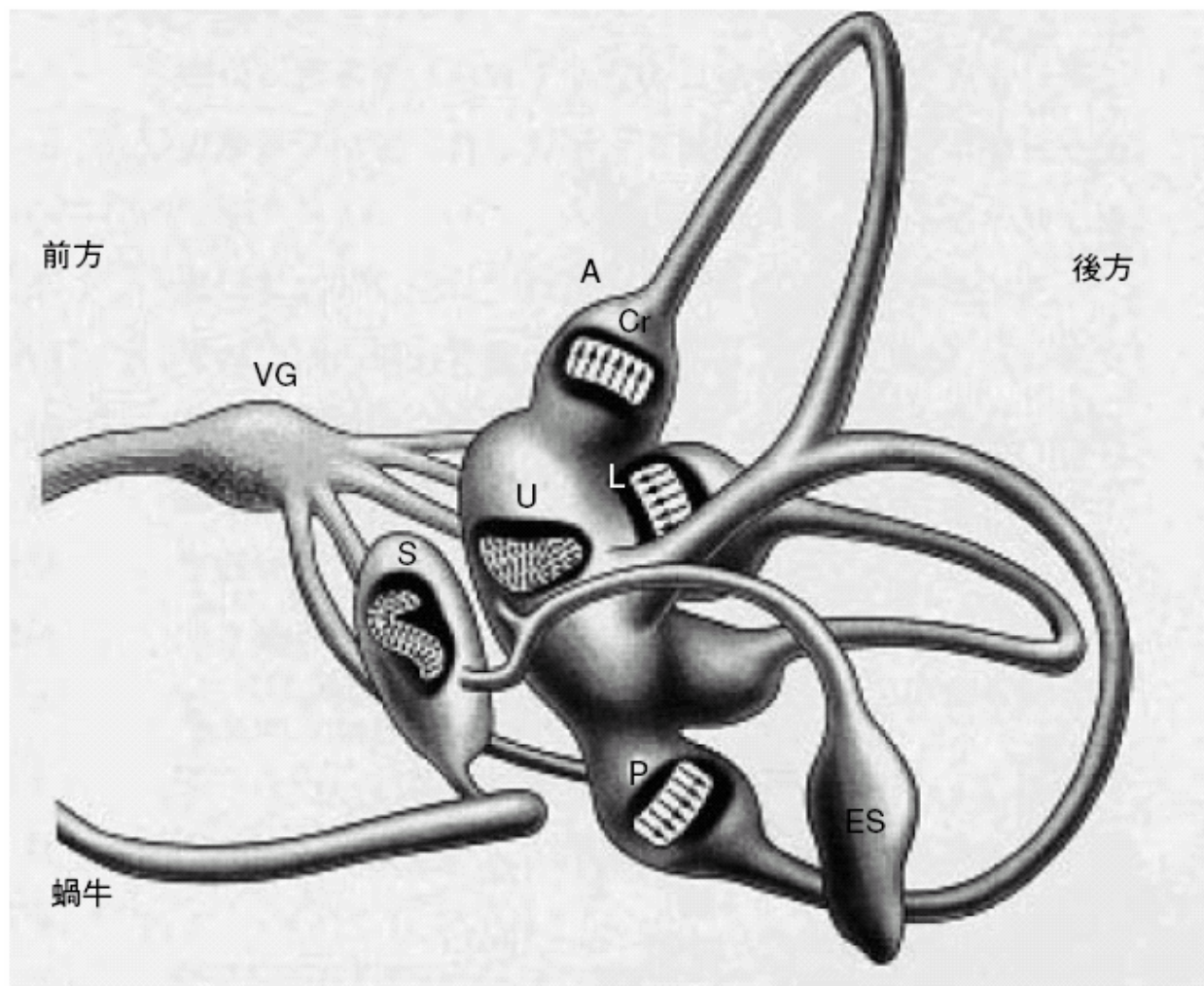


図 21 平衡障害

A：前半規管膨大部，Cr：膨大部稜，L：外側半規管膨大部，P：後半規管膨大部，U：卵形囊，S：球形囊，VG：前庭神経節，ES：内リンパ嚢

前庭器から出力される 6つの信号、あるいはその統合信号（電気信号）を例えば振動に変換して手掌や上肢、あるいは下肢に与える方法が試されるべきであろう。第 2段階では、電極を各半規管膨大部や耳石器（卵形嚢斑、球形嚢斑）付近に植え込み、これに人工前庭器からの出力刺激を与える方法である。これが成功すれば、本来の意味の人工前庭器ということができる。この人工前庭器を実際に応用する作業を、10年先を目途に達成する予定である。

g．平衡覚障害の臨床疫学研究の必要性

先に述べたように、平衡障害に関する予防医学はまだ研究の緒に就いたばかりであり、ほとんど実績がないのが現状である。一部、メニエール病の発症の予測等に関する検討がなされている程度である。しかし、全ての障害に共通であるが、障害の予防ができればこれにこしたことはない。しかし、そのためには疫学調査を含め大きなプロジェクトが必要であり、そのための大きな公的研究費補助金が必要になる。学会が中心になり、まず、平衡覚障害の代表であるメニエール病や良性発作頭位めまい症に関して、共通の診断基準に則った前向き調査を行なう必要がある。今までのような、少数施設を中心とした、後ろ向き調査をいくら行なっても新たな展開は望めないであろう。前向き調査には、厳正な施設の選定を行い、五年程度で結果の集計が行なえるように、調査項目について 1年間程度かけた研究計画を立てる必要がある。これらのよく計画された前向き調査の結果から、予防に繋がる事項が明らかになる可能性が十分にあると期待される。そのためには、研究者の協力が必須であることは論を待たないが、同時に潤沢な研究費の補助という裏づけも当然のこととして必要である。

h．平衡覚障害の研究

平衡覚障害に関する研究母体は、現状で述べたように耳鼻咽喉科を中心とした研究者によって行なわれている。しかし、公的研究費補助金は、その重要性からも、世界的視野に立ってみても、少額でるといわざるを得ない。今後、平衡覚の基礎を含めた平衡覚の研究を国の研究の重要課題の一つとして取り組むべきであろう。それは、人間の生活全体でもそうであるが、特に高齢社会を下支えするための研究として重要である。その研究によって生活の質を向上させることになる。また、宇宙時代を向かえ、無重力環境下での生活を多くの人が経験するようになることが予測されるが、重力センサーである耳石器がどのようなようになり、生活にどのような影響を与えてゆくのかなどの研究もさらに重要になる。短期的な影響については、現在でもある程度解明されつつあるが、長期的影響に関する研究は皆無に近い状態である。

前述した平衡覚に関する基礎的研究と同時に、障害そのものに対する研究、障害の治療法、軽減法、リハビリテーション、感覚代行、人工感覚器（人工前庭器）等に関する研究が必要である。これらのうち、特に重点課題については、前述した（10年後へむけてのロードマップ）。これらの研究事業は、何としても遂行しなくてはならないが、研究者の積極的参加と研究費補助金の充実がなくてはならない。

i．平衡覚障害の卒前教育と卒後教育

卒前教育における感覚器教育が、重要であることのつてはすでに述べた。今後、コアカリキュラムとの関係で、感覚器医学の重要性を認識させる努力を（啓発）を行なう必要がある。

卒後の初期臨床研修後の感覚器教育に関しては、各教育機関で多くの努力が図られている。また学会を中心に聴覚・平衡覚の教育が行なわれている。日本聴覚医学会や日本めまい平衡医学会が主としてそれに当たっている。また、平衡覚の卒後教育に関しては日本めまい平衡医学会が専門会員制を有しており、その資格獲得、その領域を目指す目標の一つになっているが、その内容をさらに教育という面から検討し、よりよいものにしてゆく必要がある。

III. 感覚器障害の予防医学と疫学

我が国の視聴覚障害平衡覚障害における予防医学は欧米諸国に比較して劣っておりほとんど研究されていないのが実情であり、今後 10年間に於ける大いなる改革が期待されている（図 22, 23）。

1. 予防医学

予防医学とはある集団の疾病の発生・経過・分布・消長とこれに影響をおよぼす因子を研究し、予防を実施していく学問であり、大きく以下の 3段階に分かれる。

第一次予防① 健康増進 ② 疾病予防または特殊予防

第二次予防③ 早期発見・早期治療 ④ 適切な医療と合併症対策

第三次予防⑤ リハビリテーション

この中でいわゆる予防医学として対策が必要なのは① ② ③ である。

1) 感覚器の健康増進に何が必要か

現在、感覚器の健康増進という概念は一般的ではない。感覚器に対して負のストレスがかかりやすい現代社会環境において正の影響を及ぼす因子の研究が期待される。感覚器に対する栄養、運動、休養、心の健康、また環境などを感覚器医学的観点からの効果の有無を検証する研究を推進する。そして将来的に感覚器の健康増進を世の中の常識とする。栄養学やスポーツ医学、心理学、環境衛生などとも連携し、他分野からの眼に対する興味を引きつける。ひとたび関連性が明らかになれば、多くの研究が自発的に行われるようになり感覚器医学領域のすそ野の広がりが期待できる。ビジネスにつながれば新しい市場が形成される。

また、今後世界で最も早く超高齢化社会を迎える日本では抗加齢対策が社会のニーズとして高まる。感覚器障害における抗加齢対策を積極的に研究、推進する。サプリメントなども EBM 的に効果があると考えられる治療（加齢黄斑変性に対するビタミン A, C, E と亜鉛、網膜色素変性に対するビタミン A など）は積極的にアピールしていく。人口の高齢化は今後世界中が経験することになるが、世界で最も早く高齢化が訪れるということは、その分早く対策が立てられるということである。感覚器の抗加齢対策を世界に先駆けて標準化し、高齢化社会対策の世界のリーダーとなる好機でもある。

2) 感覚器障害予防の動きをどうするか

リスクファクターを明らかにしそれを取り除く対策を推進する。まず、主要な眼疾患について病因因子、宿主因子、環境因子に関するリスクファクターを特定する研究を推進する。（例えば、白内障と紫外線、緑内障と肥満、ぶどう膜炎や加齢黄斑変性と微生物、アトピーと環境、など）また、喫煙、飲酒などの生活習慣の改善、肥満、高血圧、高脂血症、糖尿病の管理など感覚器障害と関連のあるリスクファクターについて研究を進め理解を深め、患者に指導するガイドラインを作成する（糖尿病網膜症に対する血糖コントロール・禁煙・定期的受診、加齢黄斑変性に対する禁煙、眼外傷に対する作業中の保護眼鏡など）。一方でインターネット、マスメディア、公開講演会、出版など

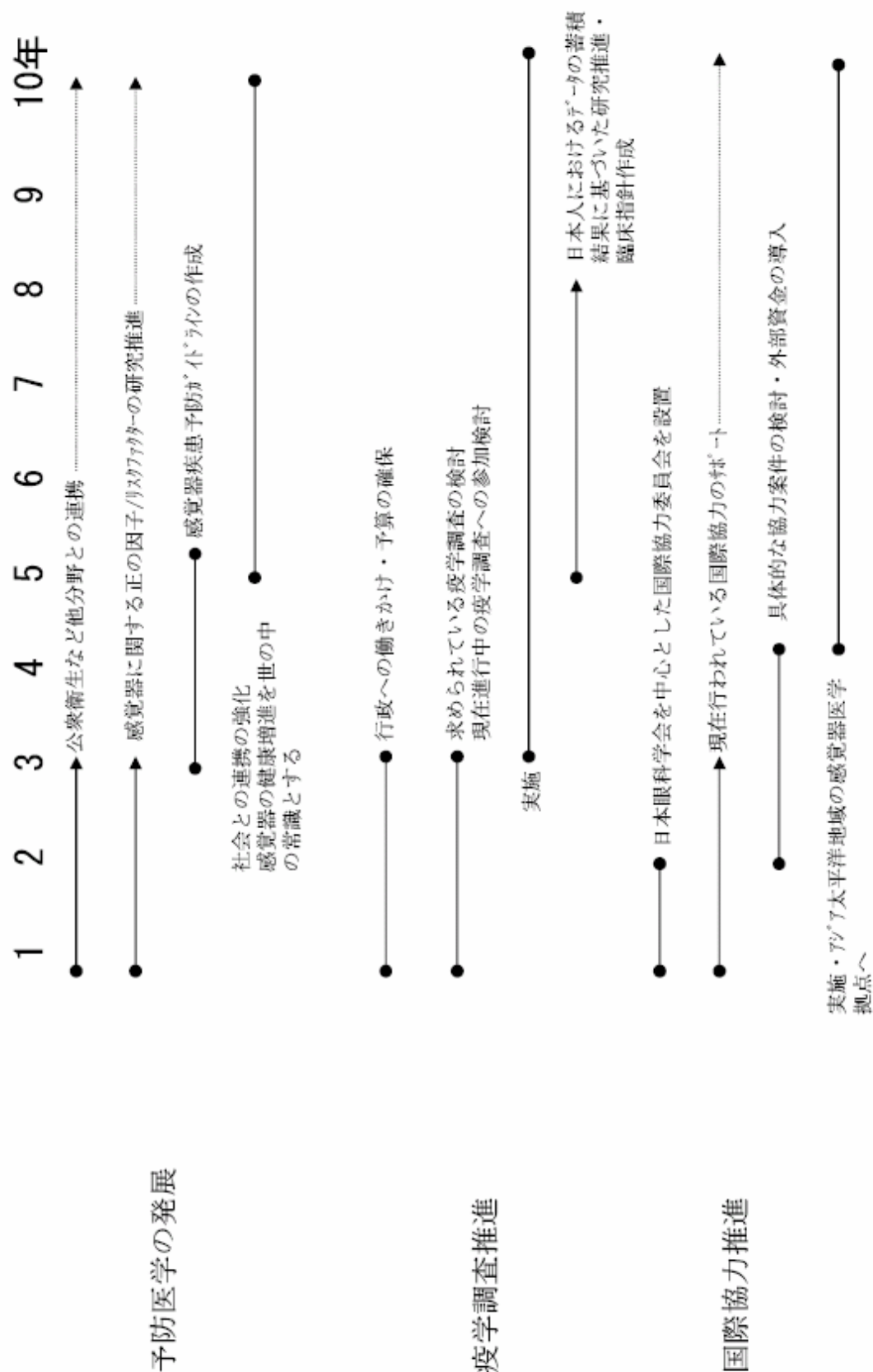


図 22 感覚器における予防医学・疫学発展のためのロードマップ 1

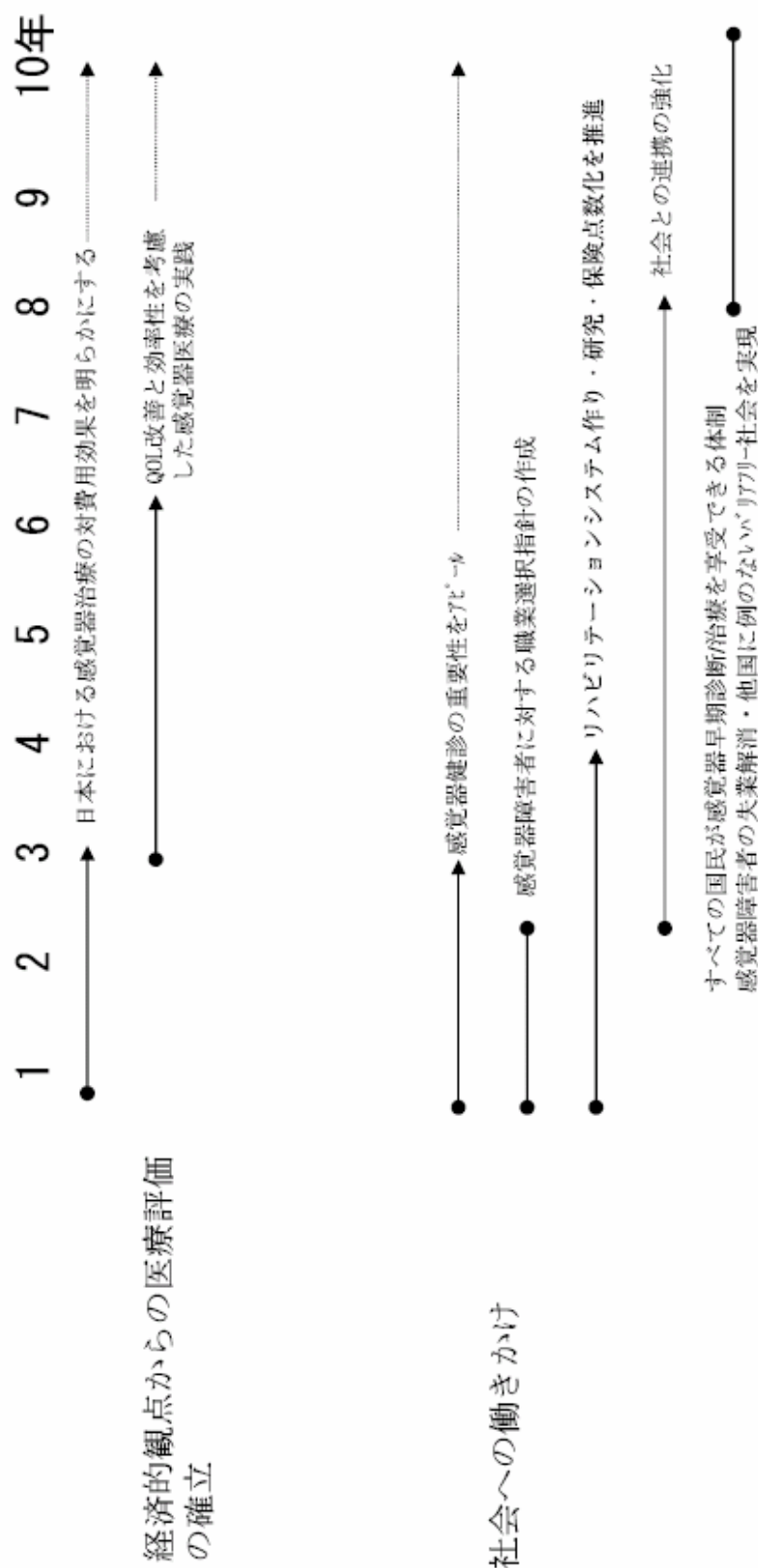


図 23 感覚器における予防医学・疫学発展のためのロードマップ 2

を通じて社会との関係を強化することにより、感覚器障害予防の社会的支援とその優先性を高める必要がある。同時に、地域の感覚器医療従事者が患者 1 人 1 人に対して個別の指導を行うような体制作りが望まれる。

3) 早期発見・早期治療が重要である

光凝固により失明を回避できる糖尿病網膜症がいまだに日本の失明原因の首位である事実は大きな問題である。糖尿病網膜症対策は早期発見・早期治療が最も有効である。また緑内障も眼圧を低下させることで視野悪化の進行を遅くすることができる。現在、全国の区市町村で行われている基本健康診査には選択検査として高血圧、動脈硬化をチェックするための眼底検査が含まれている。基本健康診査を有効利用し、このシステムの中に糖尿病網膜症診断の強化や視神経乳頭所見からの緑内障検出という概念を組み込むことが効率的な対策の一つと考える。また、基本健康診査の受診率は 40%弱なのでこれを引き上げるような施策の必要性を行政に訴える。糖尿病網膜症の失明に関しては内科医への啓蒙も重要である。内科から紹介された糖尿病患者の紹介のタイミングが遅かったと判断されるものが 25%という報告もある。

母子保健事業として行政とタイアップした 3 歳児視力検診は小児の視力障害を早期に発見するという世界に誇れるシステムである。この意義のある制度の重要性を行政に認知させ、継続・発展の必要性をアピールする。同時に健診受診率を上昇させ弱視の早期発見の見落としをなくす対策も必要である。3 歳児健診、学校健診と効果の高い健診も健診結果が必ずしも治療に反映されていないことがあり、健診後の事後指導の充実も課題である。その際、学校医や教師がその結果の意味を理解している必要があり、眼科医による学校医、教師への教育も必要となる。また学校の授業で基本的な眼の疾患に関する情報や予防の必要性を教育しておけば将来的に知識となつて残るので、長期的には非常に対費用効果の大きい投資であるといえる。学校医を中心にこのような活動を積極的に行っていく必要がある。

また一般の感覚器障害健診、VDT（ディスプレイ画面を見ることからくる疲労など）健診の充実、感覚器ドックの導入・普及などを推進し、国民全員が定期健診を受けられ、感覚器の健康を享受できる体制を整える。

一方でインターネット、マスメディア、公開講演会、出版などを通じ社会との連携を強化することにより、感覚障害の早期発見・早期治療の社会的支援を高め、自らが自分の感覚器の健康に気を配り、必要に応じて気軽に受診し相談できるような社会風潮を形成する。

4) リハビリテーションと障害者のアフターケアが重要である

視覚障害におけるリハビリテーションはロービジョンクリニックとしていくつかの施設では積極的に行われているが、いまだ眼科一般には浸透していない。ロービジョンの議論は視機能を改善するための技術的なテクニックに偏りがちなので、今後は視覚障害リハビリテーションのシステムづくりに注力する必要がある。一般の眼科医は失明の宣告と拡大鏡処方などの最低限のケアを行い、特別な技術を要するものはリハビリテーションの高次施設に紹介できるようなシステム作りが望まれる。すべての眼科施設が手の込んだロービジョンケアを行うのは効率も悪く無理がある。また、ロービジョンケアが一般的にならない理由の一つが低経済効率である。ロービジョンケアは多くの

時間と労力が必要とされるが（1人について最低 30分はかかる）、保険点数が認められていないため、実際に導入したときの時間・金銭的成本は甚大である。ロービジョンケアの保険点数化し、また結果の評価が必要である。

これに匹敵する聴覚障害のリハビリテーションは、中等度あるいは高度の感音難聴、補聴器の適合と装用訓練である。これについては永い間、保険診療の対象になっていなかったが、厚生労働省と日本耳鼻咽喉科学会の努力により、最近では認められるようになった。ただし、国立リハビリテーションセンターで年 2回実施される補聴器判定医師講習会に参加し、認定された医師が補聴器の適合を行った場合だけ認められる。補聴器のための検査システムを備えることも条件である。検査や装用訓練は国家資格のある言語聴覚士によって行われる。なお、中途失聴者に対する人工内耳術後の聴覚リハビリテーションは移植電極への周波数の割当や電流用を決める、いわゆるマッチングやその後のフォローアップは言語聴覚士と医師によって行われる。

また、バリアフリー社会への関心は高まってきているが、まだ真のバリアフリー社会の構築には至っていない。「失明」という言葉は社会にアピールする。感覚器障害者のリハビリテーションに関する研究を奨励するとともに感覚器障害を社会における重点項目とし、社会、他業種からの協力者を参入させる。インフラ整備を中心に「他国に例のない真のバリアフリー社会」を実現する。

低視力者、視覚障害者、軽～中等度難聴者、高度難聴の聴覚障害者に対する生活支援は不十分であり、両者に対する雇用促進が必要である。感覚器障害者の適正な職業選択の指針を作成し、行政と一般社会に提供する。そして感覚器障害者の失業を解消する。

2．疫学

我が国における感覚器医学の疫学は欧米に比べて大きく遅れている。主要感覚器障害の有病率さえ明らかになっておらず、発症率となると皆無といってよい。最近、信頼できる大がかりな疫学データとして緑内障に関する多治見スタディや久山町スタディを利用した加齢黄斑変性の調査結果が出始めたところである。また、失明統計や医療経済統計もほとんど明らかになっていない。感覚器医学におけるこれらの基本データを今後明らかにし、日本人におけるデータを蓄積していく。また、それらの結果に基づいた感覚器障害医療への介入優先順位の設定、研究推進と臨床指針作成を行う必要がある。大がかりな疫学研究を行うに際しては、すべてを感覚器医学領域だけで行うのは膨大なコストと労力がかかり、将来にわたる持続性も危うい。感覚器障害だけに特化したコホート（人口集団）を設定するのは理想だが、現実的には現在行われている福岡の久山町スタディや山形の舟形スタディのような、すでに存在するコホートに積極的に参加していく形で前向き研究、横断研究を始めるのが現実的効率的と考えられる。

同様に、聴覚障害の統計や医療経済についてもほとんど明らかではない。従来は、身体障害者手帳の聴覚障害や平衡障害の等級と発行数、ろう学校の生徒数などから推定する他なかった。一方、老人性難聴については、東京都北区耳鼻咽喉科健診、金沢市耳鼻咽喉科医師会の健診の報告から、高齢前期と後期については、難聴の程度と出現頻度が推定されるようになった。

疫学的の最近の注目すべき点は、新生児聴覚スクリーニングである。難聴児の早期発見・早期教

育のために平成 12 年より厚生労働省の手上げ方式のモデル事業として始まった。現在約 10 の都道府県が参加しているが、岡山県では全出生児に対して取り組んでいる。その結果、先天性難聴児のうち高度難聴児は 1,000 の出生数に対し 1 の出現頻度であることがわかった。スクリーニングで難聴が疑われても正常化する例が少ないことも判明した。これに対し、めまい・平衡障害については、富山医科薬科大で県下のめまい患者の推移を集計した程度にすぎない。以上のように、新生児聴覚スクリーニングを除き、計画的な疫学研究が必要である。

3. 医療経済

現在国民医療費 31 兆円に対して視覚障害医療費は 1 兆円 (3.5%) に過ぎない。しかし、WHO の調査によると人々が疾病をかかえて生きていくことによって生じている世界負担のトータルのうち 12% が感覚器疾患によるものであるということが明らかになっている。一方、視覚障害疾患に対する費用対効果は他の疾患に比べ高く、白内障手術は世界で最も費用対効果の高い治療の一つであると世界銀行からも認定されている。また人工内耳も極めて費用対効果の高い治療といわれている。費用対効果の高い治療に重点的に医療費を投入することは、医療を効率良く、より広く提供することにつながる。今後、超高齢小児化社会の到来で医療費財源の枯渇化が懸念されるにつけ、その是非はともかく医療経済学的評価が重要となる。欧米ではいくつかのデータが明らかになってきているが、今後は日本における感覚器疾患医療に対する費用対効果比を明らかにしていく必要があり、またそれが社会からの要請となる。その際、治療や予防施策に対する結果として従来は矯正視力のみが評価の基準となっていたが、今後は QOL 改善という観点からの評価も取り入れる必要がある。視力だけでなく治療の結果得られる効用を考慮した感覚器医療に価値を置いていく必要がある。

聴力についても治療方法が保存的治療であっても手術的治療であっても費用対効果比について QOL の改善を目標とし、新たな評価方法の開発とその導入が必要である。すなわち、聴力障害やめまい・平衡障害のために、日常生活と社会生活において、どのような不自由が生じ、それまでの生活がどれだけ量的にも質的にも制限され、それがどれだけの精神的、経済的デメリットが生じるか表し、それが治療によって改善した時、どれだけの医療費によってどれだけの経済効果を生んだことに相当するか、わかりやすくすることで、医療費の再評価につながるような工夫が必要である。なお、耳疾患の医療費はわずかなものにすぎず、正当な評価とはいえない。

医療経済の一分野としての補聴器であるが、我が国の補聴器の販売台数推移から、どれくらい新たに使用されるか動向をつかむことは出来る。しかし、難聴の程度、あるいはオーディオグラムのパターンとの関係がわからない。近年デジタル補聴器が開発され、国内外のデジタル補聴器の販売店による販売会議の様子を呈している。新聞各紙に派手な広告が毎週のように掲載されている。デジタル補聴器は 20 万円前後と価格が高い。これを耳鼻科医からの情報がないままでもベストの補聴器として販売する販売店が少なくない。正しい検査結果に合わせて、それぞれの聴覚障害に適切な、かつアナログであってもデジタルであっても経済的な補聴器を選択するのがベストである。正しい医療統計と患者にとって経済的に適切な医療経済が追求されるべきである。

4．国際協力

現在の視覚障害における国際協力は少数の施設が個別活動をばらばらに行っているのが現状。タイにアジア各国の視覚障害医療従事者を集めての教育コースや小規模のアイキャンプ、現地での手術教育などがある。規模は全体に小さく世界において期待されている日本の眼科の役割を達成できていない。日本は世界第 2 の経済大国として、少なくともアジア太平洋地域の良き兄貴分となりアジア感覚器医療全体の底上げに貢献し、名実ともに感覚器医療におけるアジアのリーダーの責を全うする必要がある。そのためには、日本眼科学会が中心となって国際協力の音頭をとりアジア太平洋地域の感覚器医学拠点となる学会体制を樹立する必要がある。

実際の協力においては、感覚器検査機械や手術機械提供のみの協力ではなく、人と人が触れあう顔の見える国際協力が望まれる。内容は中長期的に協力相手国が自らの力で独り立ちできるような教育を中心とした協力が重要である。現地教育と留学生支援、学会支援などが柱となる。またその際注意が必要なことは日本の視覚障害医療スタンダードをそのままアジアに持ち込むような先進国＝途上国協力ではなく、眼科レベルの近い途上国＝途上国協力を推進し日本はそのよきアドバイザーとなることが地域の現状に即した効率の良い国際協力となる。台湾、韓国も巻き込み共同で国際協力を推進する。圧倒的な資金を誇る CBM（ドイツの失明問題 NGO）やライオンズクラブなどからの外部資金導入も実現していく。

聴覚障害における後進国への国際協力は、我が国から発信するものはこれまで 2 つある。1 つはタイの耳の手術のキャラバンである。これはタイの地方をまわり、耳の治療と慢性中耳炎や真珠腫の手術を行うもので、ボランティア活動である。もう 1 つは NPO 法人の世界難聴予防運動で、難聴の予防と治療を目的として我が国で設立され、各国に支部がある。現在、インドネシアに支部を置き、教育・耳科手術が行われている。ニューズレターを年 4 回発行している。これは現地へ出かける方式であるが、もう 1 つは途上国の医師を国内留学させ教育する方法である。帰国後、それぞれの国でリーダーとして活躍している者が少なくない。この他に、国際交流を目的として、日本耳鼻咽喉科学会が後援する 2 国間の学会が 2 つある。1 つは日本・韓国耳鼻咽喉科学会で、もう 1 つは日本・台湾耳鼻咽喉科学会である。2 年に 1 回、学術講演会を日本と韓国あるいは台湾と交互に開催している。国際協力の方法には様々な方法があるが、各国の若い世代を育成するのも我が国の責任であろう。国際交流を通じて今や韓国も台湾も現代医療は進んでいる。今後、ベトナムやタイやミャンマーなど問題の多い後進国との交流を 21 世紀は力を入れるべき段階に来ている。そのために経済的寄付が必要である。現在は製薬会社のスカラシップで留学する場合が多い。我が国は欧米から学んできたが、逆に日本に学びに来る人々を現在の何倍にも増やし、未来の各国の指導者を養成したい。

5．公衆衛生との連携

いままで感覚器医学は公衆衛生との連携が十分であったとはいえない。上記の 4 項目はすべて公衆衛生分野とのつながりが深い。疫学、統計学、経済学、環境衛生、栄養学、外傷予防、精神衛生、職業衛生、国際保健などと連携し積極的に共同研究を行っていく必要がある。また、これら他

分野の人材を感覚器疾患に関連する仕事に引き込む必要がある。これが社会からのニーズとしての感覚器医療の実践につながると確信する。

IV. 感覚器医学研究のこれから 10 年

高齢化社会を迎え、全身的に健康を保っている高齢者は増加傾向にあるが、感覚器障害により、社会的な活動度が低下している高齢者の数は増加している。一方携帯電話やコンピュータを使用した電子メールに代表されるような、細かい文字認識を必要とする作業は、高齢者が生活していく上で必須の時代になりつつある。このような時代背景を踏まえると、高齢者がますます増加することが確実な 10 年後に向けて、現在十分な治療法のない感覚器疾患に対する、根拠に基づいた治療法の確立と、感覚器障害者に対する補助機器の開発、感覚器障害者へ情報を提供する社会的ネットワークの確立などが必要である。このためには、治療法の開発を視野に入れた、感覚器疾患の機能面および分子レベルの基礎研究、心理学、理・工学などの他領域との連携、社会医学的観点からの制度の確立などが、これまで以上の予算規模で整備される必要がある。

100 歳以上の高齢者が 2 万人以上を越える時代である。加齢による難聴のための補聴器装用者は 75 歳以上の高齢後期の老人の約 30% を越え、90 歳以上ではほぼ全員が補聴器を必要とする聴力障害を合併するようになる。NHK の番組で 100 歳の老人が出演するものがあるが、耳を見ると補聴器を装用しているのがわかる。一方、先天性の難聴は 1,000 人の出生に対し 1 人の割合で生まれてくる。その予防方法は、風疹難聴を予防するワクチンしかない。中途失聴では原因不明なものが多い一方、髄膜炎によるものが目立つ。めまい・平衡障害については難聴と合併するものが多いが、原因が不明なものが多い。これからの感覚器医学のなかの聴覚・平衡障害の研究の辿るべき路は予防、保存的治療、人工感覚器の開発の 3 つが主要なものとなろう（図 24）。

1. 機能面からの基礎研究のあり方

1) 視覚障害

物が良くよく見えるためには、良好な網膜像が得られることと、得られた網膜像が視覚中枢に的確に伝達される必要がある。このためには、角膜、水晶体、硝子体からなる眼の透明組織が物理的に透明だけでなく、収差が少ない状態で保たれていることが必要である。これは眼内レンズを入れた場合でも同様である。このような眼光学的研究と、視細胞および網膜の情報伝達系の機能的評価、さらに視神経以降の情報伝達系の研究を、総合的に行ってはじめて良好な質の視覚に関する理解が得られることになる。たとえば最近、眼の高次収差が波面センサーで測定可能になったが、高次収差の一部は、中枢神経系で適応可能であることも分かってきている。従って高次収差は単に減らせばよいのではなく、中枢神経系の適応も含めて検討する必要があることになる。

網膜は中枢神経系に属しており、生理的研究は進んでいるが、網膜色素変性などの病的な眼に対して、視覚再生を目指すためには、人工網膜あるいは再生医療の Strategy を立てる基礎データとして、ネットワークが病的に再構築された網膜の、病態生理学を解明する必要がある。さらに、人工網膜で電気刺激を与えた場合の知覚は、光刺激に対する知覚とは異なっており、人工視覚の生理学をあらたに構築する必要がある。

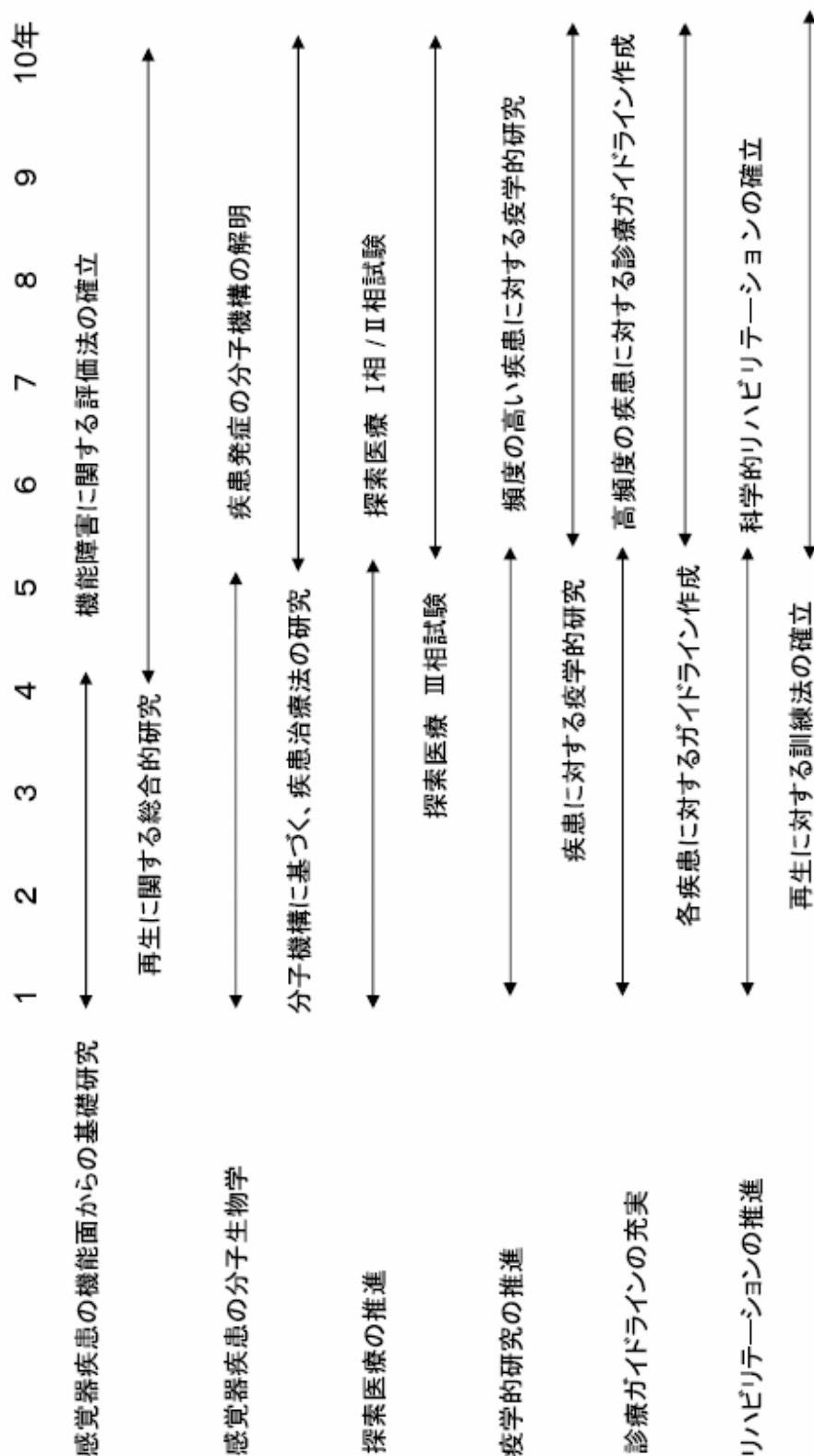


図 24 感覚器医学研究の歩む道

このように、見え方の質をよくするための眼機能学の基礎研究は、病的な眼に対して、治療を視野に入れながら、総合的に研究を行っていく必要がある。この目的のためには、眼科の研究的臨床医、視覚心理学者、物理学者、工学者、視覚生理学者などが、機能的に連携していく研究体制を整える必要がある。

2) 聴覚・平衡障害

中耳の障害は 40～60dB の難聴を呈する。これは、鼓膜や中耳の感染性の疾患や奇形によるもので、これによる難聴は聴力改善手術か補聴器の対象で、その効果は大きい。手術で改善が不十分であれば気導補聴器で補う。ただし、気導補聴器が役に立たない両側外耳道閉鎖、あるいは感染のある耳では骨導補聴器が便利である。しかし、現在使われている骨導補聴器は振動部分が大きく、その上、周波数特性も音質もよくない。気導補聴器はデジタル化し大きな進歩を示しているが、使用する人口の少ない骨導補聴器はこの何十年もコンセプトも技術も進歩が見られない。小数の患者のための医療と技術を進歩させることも我々の責務であろう。

内耳性の難聴やめまいは病態生理の解明は進んでいるが、治療上の進歩は少ない。難聴に対して、急性期であればステロイドの投与が中心、慢性期であれば循環改善薬やビタミン B12、トランキライザーの組み合わせもここ何十年も変わらない。

補聴器のデジタル化が進歩ではあるが医療そのものも進歩させなければならない。良性発作性頭位めまい症に対する耳石置換法によるリハビリテーションは進歩である。失聴に対する人工内耳埋込術は画期的な成果をあげている。しかし、先天聾の人工内耳手術での長期フォローアップでは、聴覚と発声・発語は良好であるが、構文力のような言語力の成長が遅れがちであることが気づかれるようになった。これは人工内耳の性能や教育方法や脳の可塑性などによるものと考えられ、現状に甘んじることは出来ない。聴神経は蝸牛神経と前庭神経からなる。両側聴神経腫瘍は左右の聴神経に生じた神経線維腫により蝸牛神経も前庭神経も障害され、聴力と平衡機能が障害される。聴力に対しては聴覚脳幹インプラントが実用化されている。ただし、それによって保たれる聴覚はシングルチャンネル人工内耳程度である。一方、平衡障害についてはこれを補う方法はまだ開発されていない。

このように現在の医療と技術によって患者の QOL を健康な人に大幅に近づけたが、まだ大きなギャップがあり、新しい研究と成果が期待される。

2. 分子生物学的研究の推進

1) 視覚障害

近年の分子生物学的研究の発展を踏まえて、眼疾患の分子レベルの理解を深め、根拠に基づいた視覚障害医療を行うための基礎的研究をさらに進める必要がある。網膜血管新生の機構解明、網膜神経細胞保護の基礎的研究、近視化の分子機構の解明などは、高齢化社会を迎えてますます増加すると思われる、加齢黄斑変性、正常眼圧緑内障、高度近視による網脈絡膜萎縮などの予防法、治療法を確立する上で必須である。

2) 聴覚・平衡障害

近年の分子遺伝学的研究で次々と難聴の遺伝子が発見されている。コルチ器の構造の細部障害別

の難聴の遺伝子がわかってくるにつれ、より問題が複雑であることがわかってきた。予防と遺伝子治療に結びつける方向が課題である。

3．探索医療としての視点

基礎的な発見を診断・治療につなげる探索医療は、これまで日本では遅れていた分野である。統計学者、コーディネーター、評価委員会などの組織を全国規模で立ち上げて、日本人に対して有効な、感覚器障害の治療法を根拠に基づいて行う必要がある。

網膜色素変性協会のような視覚障害者ネットワークシステムを各感覚器疾患で確立し、障害者に最新の情報を提供すると同時に、探索医療に対する理解を求めやすい状況を確認する。中途失聴者の会、人工内耳の患者の会、先天性難聴児を持つ親の会など、いずれも現在のところ学会は関与していない。聴覚障害者ネットワーク作りを応援し、かつ聴覚障害の研究の進歩の情報を伝えるとともに、患者からの要望を聞くシステム作りを行う。

感覚器障害の基礎的な発見を実際の医療に結びつける試みは、再生医療や人工感覚器などへ発展しているが、まだ萌芽状態であり、基礎研究者との連携を密にして強力に推進する必要がある。

4．統計学的研究の重要性

すでに述べてきたように、本邦の感覚器障害の臨床疫学的研究は全国的なデータを欠いている。今後、前向きな研究を計画し、データを得、予防や診療や医療経済に役に立てるようにする必要がある。

5．診療ガイドラインの作成を進める

日本眼科学会はエキシマレーザー屈折矯正手術、ウイルス性結膜炎、加齢黄斑変性、緑内障診療などに関する診療ガイドラインを関連専門学会と共同で作成しており、さらに他の眼疾患に関しても作成準備中である。一方、日本耳鼻咽喉科学会のガイドライン委員会は、関連する学会の作成する診療ガイドラインが一定基準に沿うように、平成 16 年「診療ガイドライン作成の手引」を発刊し、参考にするようお願いしている。作成された診療ガイドラインは委員会でレビューを行うことで高いレベルのものを目指している。

6．リハビリテーションの重要性

ロービジョン患者の残余視機能を最大限に生かす補助器具の処方、およびトレーニングを科学的に行う施設を増加させ、健康保険によるカバーを充実させることにより、社会的活動が可能になる視覚障害者が増加すると考えられる。

聴力低下者の残存聴力を最大限に生かすために、補聴器の適合及び聴覚リハビリテーションを積極的に行う必要がある。特に老人の場合、補聴器を購入しても指導と聴覚リハビリテーションがないために、すぐに使用を諦めてしまうことが実に多い。逆に、聴覚リハビリテーションまで含めて補聴の医療と言うことが出来る。

V．感覚器医学の卒前教育と専門医教育の改革

平成 16 年より新研修医制度が始まり、2年間は共通の一般研修を受け、眼科や耳鼻咽喉のような専門教育は、卒後 3年目から受けることになった。一方、米国では、現在は卒業とともに、専門医教育を受けるようになっていく。米国の場合、学部教育が臨床中心に変わり、問題解決能力を育成し、クリニカルクラークシップで、我が国の研修医に匹敵する臨床技能を身に付けさせることにより卒業の時点ですぐに役に立つようになっていることによる。我が国でも問題解決型教育やクリニカルクラークシップの教育が少しずつ普及しつつあり、始まったばかりのスーパーローテートは数年後再評価され、もう少し早く専門医教育が開始できるようにしたい。“鉄は熱いうちに打て”という言葉は、専門医教育にもあてはまり、卒後 3 年目からでは遅すぎるとの懸念がある。

1．専門医取得前感覚器医学教育

初期研修のスーパーローテーション後、2年目は選択で、数か月より 8か月間、眼科・耳鼻咽喉科を選ぶことが出来る。そのために初期研修医病院での眼科・耳鼻咽喉科研修の支援を行う。卒後 3年目から 6年目までの専門医教育機関の大学病院、感覚器医学に関連する研修指定病院での研修を、研修カリキュラムに沿って充実、強化する。そのため、研修指定病院の感覚器医療教育に関係するスタッフの充実、指導医認定制度の導入などを検討する必要がある。現在の卒後臨床研修のマッチングの導入が少なからず感覚器疾患専門医志向者に対して影響するものと推定され、周初期研修時期における適切なガイダンスが課題である（図 25）。

2．専門医試験制度の見直し

1）背景

学会認定の専門医は、単に学会認定に止まらず社会にも広く受容されるものでなくてはならない。厚生労働省による専門医の広告の実施もその流れの 1つとして認識できる。また、中間法人日本専門医認定機構による各学会の専門医に対するアンケート調査やその結果に関する各学会へのフィードバックもその 1つである。これらの流れを受け、また厚生労働省の専門医広告で求められている外形基準だけではなく、感覚器疾患の医療に係わる眼科学会と耳鼻咽喉科学会とは専門医の質を一層向上させ、より社会への貢献を高めるために専門医制度の全体の見直しを行う。このことは、現在我が国で行われている自由標榜科性を中止し、専門医教育（研修）を受けた者のみが専門領域の診療（検査、処置、手術）を行うように変革することにつながり、医療の質を高め、それを維持するために必要不可欠である。

2）専門医試験の改訂

新医師臨床研修が開始され、それ以前には 5年間で行われてきた専門医研修（一般臨床研修も含む）が新医師臨床研修で行われる一般臨床研修に加えて 4 年間の専門領域研修が求められるようになった。これにつれて、眼科も耳鼻咽喉科も専門領域研修に係わる教育目標の変更や改訂が行われ

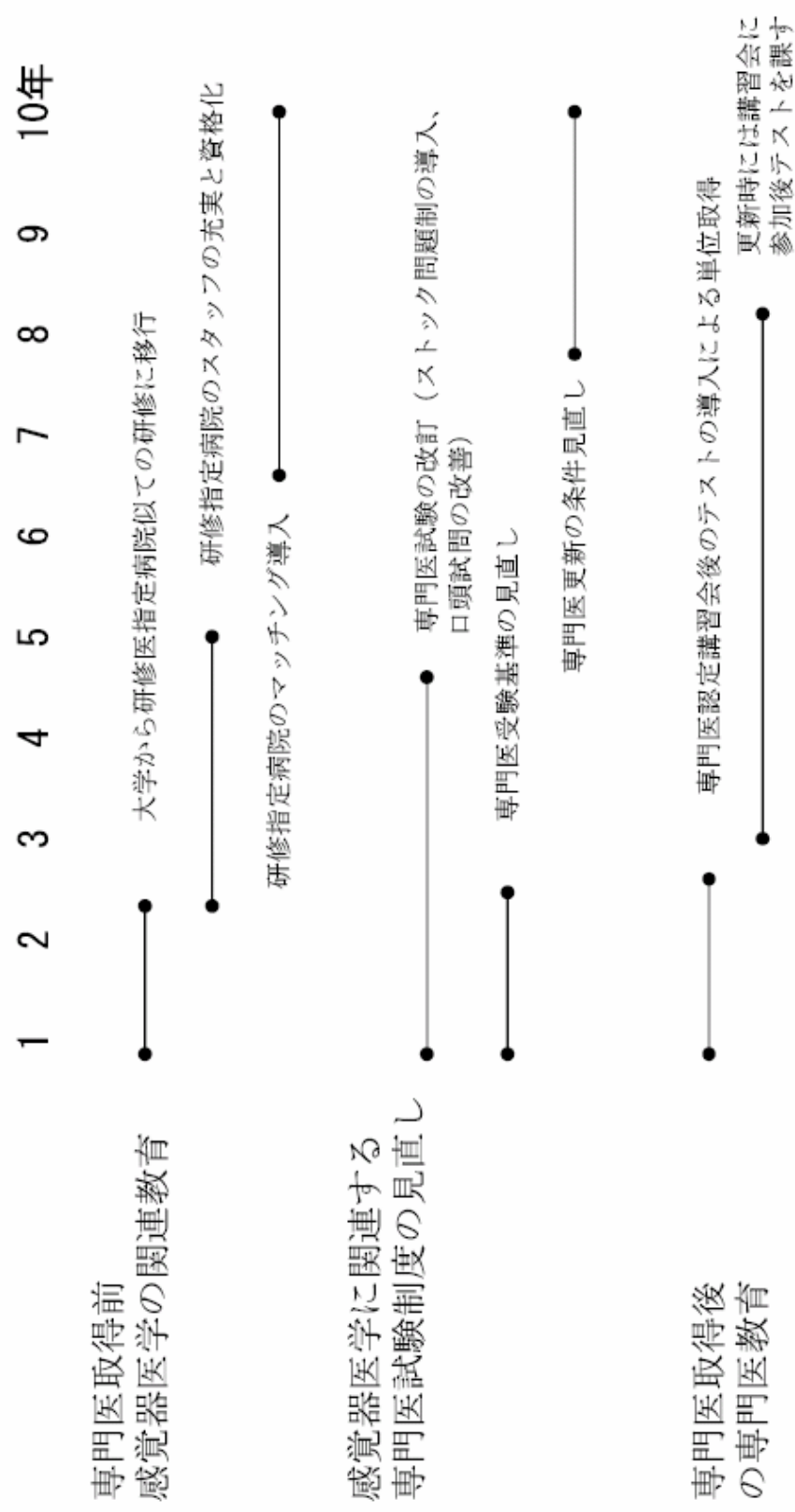


図 25 感覚器専門医教育改革のロードマップ

た。当然の帰結として専門医試験の内容や方法についても検討されている。眼科学会では口頭試問の存続の是非と改善を、耳鼻咽喉科学会では現在の記述式問題に加えて、より客観的な多肢選択問題を導入するための準備が開始されている。さらに、実技試験の導入等についても検討し、10年以内の実行を目指したい。

3) 専門医受験資格の見直し

臨床研修実績の見直しを行い、研究目標に上げられた主たる手術、処置、検査について、具体的な実施数について再検討する。学会発表、原著、症例報告などの見直しもを行い、国際化を鑑み、英文原著や海外発表を受験資格としてどのように扱うかについて検討する。また、受験資格の審査を、研修記録簿等の自己申告だけによるか、手術などについては実地審査を取り入れるか等についても10年以内に結論を出したい。

4) 専門医更新条件の見直し

専門医制度の単位認定事業のうち各種講習会などでは、終了時に簡単なテストを義務付けるなどの工夫が必要である。全国的規模の学会では従来通りとし、教育講演、スキルトランスファなどに参加しテストを受けた者に対しては新たに単位を与えることを検討する。また、知識や技術の講習を企画し、その出席単位を高く設定する。更新申請にあたっては、上記の諸点以外に専門医としての社会貢献についても報告させ、その面からの評価を加味することを目指す。

5) 専門医研修施設基準の見直し

専門医研修施設では、専門医志向の医師が十分に研修目標に沿った研修ができるかどうかを主眼とした基準を明確にするために、その見直しを行う。すなわち、指導に十分な医師数、他科との連携体制、関連施設の基準、研修対象の症例内容と症例数の明示などである。

6) 専門医指導責任者の基準の見直し

指導責任者は専門医がそれに当たっているのが現状である。指導責任者の資格認定基準を明確にするための検討と同時に、その資格認定を定めるための検討を行う。また、指導責任者の認定を受けた者の資格更新条件の検討、指導責任者研修会の実現を目指す。

7) 専門医教育プログラムの見直し

専門医制度総体としての専門医教育目標の見直しと同時に、各専門医研修施設で教育プログラムを明確にするための作業を支援するための体制作りを検討する。また、学会主催のプログラム作成ワークショップ等の開催を定着させる。

VI. 10 年後以降のロードマップはどうなるのか

1 . 科学技術の予想を越える加速的發展に左右される

今回のロードマップ作りの過程で、我々は、感覚器医学分野では、現在、情報量が指数関数的に増えており、技術の発達も今後ますます加速されるであろうことを認識した。この分野では、これまで、生命科学の発展の恩恵を強く受けてきたし、例えば眼内レンズの顕微鏡下手術などが医療工学の進歩に大きく支えられながら発展してきた。したがって、このロードマップで歩んだ 10 年後の状態を、この分野に係わるもの達だけで予測することはなかなか難しい。10年後からも、この分野は強く学際的研究に支えられながら発展して行くであろう。10年後に、このロードマップによる歩みが評価され、計画がリセットされても、基本的に、周辺領域の発展の恩恵に負うことを無視出来ないという事情は大きく変わらないと予測される。機能再生医学・医療と医療工学の発展に関与して特にそれがいえよう。

2 . 感覚器障害者の社会との共生が進んでいるだろう

社会の構成人口の高齢化が 10年後には今よりさらに進むことから、感覚器障害の発生が高齢者に多いことを考えると、10年の医療レベルがこのマップにあるように上がらなかった場合、障害者の社会に占める割合が増えてしまう。一方、社会の感覚器障害者に対する理解がこの 10年の努力でかなり変わったとして、その延長線上に、10年後には障害者の社会との共生が質的に論じられる時代になっていると予測する。共生自体があたりまえになり、障害者が日本の国で生きることを喜べるような社会であるよう、働きかけを続けて行くことになると思う。他方で、障害者が社会に大きな価値を生み出せる補助手段が開発され、10年後には社会経済的にその役割が論じられる時代に突入しており、その次のステップでの計画策定となるだろう。

3 . 専門的医療の確立が進んだ状態で次の 10 年

今回の計画の中で専門医制度の推進が提言されているが、それが医療制度として定着し、また、専門内専門化が進み、より高度な医療が行われる方向で、次の10 年からの作業が行われるであろう。例えば、ロービジョン・ケアという分野などが確立され、一般医では出来ないような専門的治療が十分に行われる道筋を提言することになるだろう。もっとも、医療の専門化の一方では、総括的視点をもった感覚器専門医師の養成も極めて大切であることをいい続けることになる。両者の共存は10年後からのロードマップでも矛盾しないであろう。

用語解説

1．Drug Delivery System (DDS)

目標とする部位に薬物を効果的かつ集中的に送り込む、あるいは薬物の濃度変動を抑制し治療有効濃度を維持するために開発された新しい製剤技術や薬物投与形態。眼科領域では、眼内での薬剤有効作用濃度を長期に維持したり、必要な場所に集中的に薬剤を作用させたりする目的で、研究開発が行われている。

2．Evidence-based Medicine (EBM)

科学的根拠に基づいた医療のこと。現在利用可能な最も信頼できる科学的根拠を把握したうえで、個々の患者に特有の臨床状況と患者の価値観を考慮した医療を行うための一連の行動指針と定義される。眼科疾患においてもエビデンスの蓄積と確立が急務である。

3．LASIK (レーシック)

屈折矯正手術のひとつで、マイクロケラトームで作製した角膜フラップを持ち上げ、角膜ベッド側をエキシマレーザーで切除するもの。術後に痛みがなく、視力の回復も早いので、現在、屈折矯正手術の主流となっている。近視、遠視ともに行われるが、非常に強い近視や遠視は適応にならない。

4．Quality of Life (QOL)

ただ生きているだけでなく、どのように内容的に充実した生活を送っているかを問う言葉。

5．Quality of Vision (QOV)

視機能の質。単に物が見えているかどうかだけではなく、その見え方の質を重視する考え方。通常の検査室で測定する視力だけでは表すことができず、QOVを議論するには実際の生活環境に近い状況での視機能を測定する必要がある。

6．移植免疫反応

提供者（ドナー）から移植された細胞、組織、あるいは臓器など、移植片内に存在する抗原を宿主（レシピエント）の免疫担当細胞が認識し、反応する一連の現象。移植後に発症する免疫反応（拒絶反応）として、超急性拒絶反応、急性拒絶反応、慢性拒絶反応がある。移植医療の成否に大きく関わる。

7．遺伝子治療

異常遺伝子のために起こる疾患を、遺伝子を操作して治療すること。異常疾患遺伝子そのものを修正しようとする方法と、正常の遺伝子を導入して機能を是正しようとする方法とがある。また、体細胞の遺伝子を変える治療と、受精卵の遺伝子や性細胞の遺伝子情報を変えて子孫に至るまで異常遺伝子の伝わりを断とうとするものがある。

8. 埋込型骨導補聴器

スウェーデンで開発されたもので手術で頭蓋骨にネジを植込み、それに骨導補聴器を接続させるもので、コードがないため便利である。両側小耳症例や両側慢性中耳炎で手術によっても改善しない場合に有効である。

9. 黄斑浮腫

網膜黄斑部に液体成分が過剰に貯留し、その厚さが増した状態。糖尿病網膜症、ぶどう膜炎、白内障術後などに合併し、重篤な視力低下の原因となる。黄斑部は解剖的に浮腫を起こしやすく、血管の透過性亢進に伴って容易に浮腫を生じる。

10. 加齢黄斑変性

黄斑の加齢変化に伴う変性症で、萎縮型と新生血管型がある。前者は硬性ドローゼンと網膜色素上皮の萎縮を主体とするもので、視力も比較的良好である。新生血管型は脈絡膜新生血管を伴う円盤状変性であり、視力予後は不良。高齢者の失明原因として増加傾向にある。

11. 眼圧

眼内液の圧力のこと。正常人の眼圧は 10～21 mmHg とされる。現在のところ臨床的に眼球に障害を与えることなく眼内圧を直接測定する方法はないので、眼球壁の緊張度をもって眼内圧を推定している。眼圧上昇によって視神経障害が生じると、緑内障となる。緑内障による視野悪化の進行を防ぐために、眼圧下降治療が行われる。

12. 眼軸長（の延長）

眼の前後径を眼軸長といい、角膜の中心（前極）から後部強膜（後極）の距離と定義される。近視では眼軸が長く、とくに非常に強度の近視では眼軸が異常に延長しており、そのために網膜の菲薄化や網脈絡膜萎縮などの視機能障害を生じることが多い。

13. 眼内血管新生

眼内に新しい血管が形成される現象。病的なものとしては、糖尿病に伴う網膜の血管新生（網膜症）と虹彩・隅角部の血管新生（血管新生緑内障）、加齢黄斑変性に伴う脈絡膜新生血管、網膜動静脈閉塞における網膜血管新生などがある。新生血管は構造的に脆く、破綻による出血や収縮による組織牽引を引き起こす。眼外では、角膜の血管新生が臨床的に問題となる。

14. 眼内レンズ

白内障手術によって除去された水晶体の屈折力を補う目的で、眼内に挿入される人工のレンズ。硬い素材からなるレンズと、折りたたんで挿入できるレンズとがあるが、後者は手術の切開創が小さくてすむことから、現在の主流となっている。強度の近視や遠視の屈折矯正を目的に、水晶体を摘出しないで眼内に

水晶体を挿入する方法も、近年諸外国で行われている。

15. 光線力学療法

光感受性物質を目的の部位（多くは新生血管）に集中させ、その物質固有の励起波長のレーザー光線で照射することにより、活性酸素を発生させ、目標組織を破壊する治療法。眼科領域では、加齢黄斑変性における新生血管を、周囲の網膜に影響を与えず選択的に破壊する目的で行われる。

16. 後天性難聴

髄膜炎の内耳への波及、アミノグルコシド系の薬剤投与、聴神経腫瘍などで生じる。

17. 再生医療

機能障害や機能不全に陥った生体組織・臓器に対して、細胞を積極的に利用して、その機能の再生をはかる医療。臓器移植や人工臓器とは異なり、幹細胞などの生きた細胞を人為的に誘導することによって、細胞・組織・器官そのもの、またはそれらの機能を再生させることを目指す。

18. 三歳児健診（三歳児健康診査）

母子保健法が定める健康診査のひとつで、発達障害の早期発見を目的に行われる。平成 2 年からは三歳児健診に視覚・聴覚の検査が導入されている。小児の視力障害は早期に発見して早期に治療しないと、弱視として固定してしまうので、三歳児健診での視覚検査は極めて重要である。

19. 視神経炎

視神経をおかす炎症性疾患の総称。脱髄性疾患、感染、眼窩疾患、副鼻腔炎など、原因は多岐にわたる。通常、急激な視力障害、眼痛、中心視野欠損などを呈する。視神経乳頭部から視交叉までのいずれの部位でも起こりうる。

20. 視神経症

視神経の非炎症性疾患の総称。視神経への血液供給の停滞、栄養不良、中毒などが原因となり、視神経が損傷する。脱髄性、虚血性、副鼻腔からの圧迫浸潤、内分泌性、中毒性、遺伝性などがある。視神経は再生能力がないため、その障害は難治で不可逆性であることが多い。

21. 疾病治療の費用対効果

治療に必要な費用と、得られる効果のバランスのこと。支出費用に比して効果が大きいほど、費用対効果が高いということになる。QOL の改善や社会・経済的貢献度など、適切なアウトカム指標が用いて治療介入の費用対効果を評価することは、医療経済上、極めて重要である。

22. 視野（欠損）

一点を固視したときに見ることのできる範囲を視野，その中でまったく見えない部分を視野欠損という。緑内障や網膜色素変性症では周辺から視野が欠損していき（視野狭窄），進行して中心視野まで消失すると失明となる。視野の欠損は，不可逆性である。

23. 神経保護（因子，治療）

神経組織の変性や細胞死を抑制することによって，それを保護し，機能を維持しようとする方法論。眼科領域では網膜視神経を対象に，種々の神経栄養因子の作用が検討されている。難治性の網膜変性症，虚血性疾患，視神経疾患，緑内障の治療への応用を目指して研究が進められている。

24. 人工前庭器

三半規管，耳石器の障害を受けた患者に，その代わりとするセンサーを開発し，補助するための埋込型のデバイス。三半規管の代わりとなる 3 つの回転感覚のセンサー，耳石器の代わりとなる水平・垂直加速度センサーの 2 つからなる。開発は世界的に始まったばかりである。

25. 人工中耳

我が国で開発され，世界に広がった手術を伴う埋込型補聴器のこと。耳小骨連鎖にピックアップを接続させ外部装置で受容した音を頭皮下の内部装置を介し，このピックアップに伝える。混合難聴だけでなく感音難聴も対象とするように変わってきている。

26. 人工内耳

先天ろうや後天ろうに対し，聴覚を回復させる技術。マルチチャンネルの電極を蝸牛内に移植する。頭皮下の内部装置と頭蓋外にある外部装置は電磁誘導で伝える。

27. 新生児聴覚スクリーニング

1999 年米国のイタノにより，先天性難聴は生後自動聴覚脳幹反応か耳音響放射装置によりスクリーニングして発見し，6 か月までに補聴器を装用させ教育をすると，3 歳児の時点で健聴児の 90% の言語力が身につくことを発見した。この考えに基づいた先天性難聴を新生児期に発見するプロジェクトを新生児聴覚スクリーニングという。

28. 診断用マイクロアレイ・DNA マイクロアレイ

遺伝子配列由来のオリゴヌクレオチドあるいは cDNA 断片を高密度に配置したもので，数千から数万の規模の遺伝子発現を同時に解析することができる。各組織における遺伝子発現様式を巨視的に観察可能となることから，これまでとは異なった観点からの疾患の診断および病態解明が可能になると考えられている。

29. 世界難聴予防運動

世界の難聴の予防と治療を促進する国際協力運動の一つ。この本部はわが国にあり、NPO 法人である。現在、インドネシアにおいて集中的な活動が行われている。定期的ニュースレターを発行している。

30. 前庭神経炎

英国のホールパイクにより報告された。急性期のめまい・平衡障害の一つ。回転性めまい発作とバランス障害で始まる。原因は感冒が先行することが多いのでウイルスの関与が疑われている。耳鳴や難聴を伴うことがないのが他のめまい疾患と異なる。

31. 先天性難聴

1000 人の出生に 1 人の割合で、どの国でも生まれつきの感音性難聴が生じる。コルチ器の感覚細胞の大多数が発生しない。生後 6 か月までに補聴器を装用させて聴覚活用させるべく教育を行う。

32. 専門医制度

専攻する診療科において、規定年数以上の専門研修を受け、資格審査ならびに試験に合格した医師を、学会等が専門医として認定する制度。通常、資格の取得後も研鑽を積み、数年ごとに専門医の資格を更新することが求められている。各科の医療の質を高めるために設けられた制度。

33. 中耳炎

中耳の感染による炎症。急性中耳炎、滲出性中耳炎、慢性中耳炎がある。急性中耳炎は、耳管より上行した細菌による急性の感染症で中耳腔に白血球をはじめとする炎症細胞が充満し、耳漏が生じる。滲出性中耳炎は、滲出液が貯留し聴こえが低下する。炎症はない。慢性中耳炎は遷延化した中耳炎により鼓膜に穿孔が生じ、耳漏と難聴が生じる。

34. 聴覚障害

外耳道、中耳の障害による伝音難聴、蝸牛の障害による感音難聴、蝸牛神経の障害による神経性難聴、脳幹から大脳の聴皮質に至る聴覚伝導路障害による中枢性聴覚障害に分類される。

35. 聴神経

第 8 脳神経のことで、聴覚の情報を伝える蝸牛神経と、前庭半規管の情報を伝える前庭神経からなる。

36. 聴神経腫瘍

第 8 神経に発生する脳腫瘍の一つで良性腫瘍である。大半は前庭神経より発生するが腫瘍が大きくなると蝸牛神経を圧迫するために難聴も生じる。

37. 聴神経症

1996 年にカガ（加我）らが聴神経病として、スターらが聴神経症として同年、別々に報告した。内耳の感覚細胞から蝸牛神経へのシナプスの伝達障害と考えられている。聴力は低音部の感音難聴が特徴で、言葉の聴き取りが著しく悪い。先天性の場合は人工内耳が有効。

38. 聴性人工脳幹

両側聴神経腫瘍により聴力廃絶した場合に、手術で脳幹に電極を移植し、再び聴力を回復させることを目的としたデバイス。電極は 12 個の多点電極を用い、他は人工内耳と同じ仕組み。

39. 糖尿病網膜症

糖尿病により惹起される一連の網膜変化。背景網膜症（非増殖性）が初期段階で、悪化すると前増殖網膜症から増殖網膜症となり、新生血管や線維性増殖組織、硝子体出血、網膜剥離の出現をみる。重症の増殖網膜症は難治で、重篤な視力障害を引き起こす。本邦における中途失明原因の 1 位である。

40. 内耳障害の再生医療

内耳障害による感音性難聴では、感覚細胞が失われる。この感覚細胞を再生させて、再び聴こえるようにする医療のこと。このための移植ドナー細胞には胎児組織、胚性幹細胞、骨髄由来間葉幹細胞、羊膜細胞がある。

41. 内リンパ嚢

内リンパ液の吸収処理をする部位。ここが故障すると内リンパ液が蝸牛管にたまり、その液体の圧力がライスネル膜を圧排し、内リンパ水腫が生じ、メニエール病の発作を招く。治療には内リンパ嚢シャント術が行われる。

42. 難聴と視覚障害の予防ワクチン

感覚器障害の予防にワクチンの果たす役割は大きい。風疹は高度の難聴と白内障をもたらす。中学生の女子全員にワクチン接種が望ましいが、任意接種のため近年風疹難聴児が見出されるようになっていく。サイトメガロウイルスも難聴と視力障害を生じやすいが現在のところまだワクチンの開発は成功していない。

43. 白内障超音波手術

白内障によって混濁した水晶体を除去する手術方法で、超音波で水晶体の硬い部分（核）を破碎しながら吸引除去する。水晶体を砕かないで摘出する以前の方法に比べて、非常に小さな創口で手術を終えることができる。折りたたんで挿入できる眼内レンズと組み合わせた小切開創白内障手術が、この数年で広く普及した。

44. バラニー

めまい・平衡障害の領域で数々の現象と検査法の開発を行ったスウェーデンのウプサラ大学の教授。ノーベル医学生理学賞を受賞している。彼の名を冠した国際学会はバラニー学会と呼ばれている。初めウィーン大学の耳鼻咽喉科学教室で研究をした。

45. 半規管膨大部

三半規管の回転感の速度を感受するセンサーの感覚細胞のある部位のことで、丁度、丘のような高まりをなしているために膨大部という名がついている。この膨大部にはクプラといゼラチン様の物質からなるフラスコのような形をしたものがあり、これが半規管内の内リンパ流によって動き、その動きを感覚細胞が感知する。

46. 光凝固

組織に光エネルギーを照射し、温度上昇による蛋白凝固と瘢痕化を生じさせる方法。眼科では網膜光凝固を指すことが多い。糖尿病網膜症では、網膜光凝固を適切な時期に行うことにより、進行を防ぐことができる。その他、網膜の血管閉塞性病変にもよく行われる。

47. 病因因子、宿主因子、環境因子

疾病の発生に寄与する 3 大因子で、疾病の原因となるのを病因因子（感染症における細菌やウイルスなど、作用因子）、疾病に罹患する個体側の要因を宿主因子（体の状態、条件など）、その両者に作用して疾病の発生に影響するものを環境因子（生活環境、社会的条件など）という。

48. 平衡障害

内耳の前庭三半規管の障害で、めまいとバランスの保持が困難となる。メニエール病のような片側の障害と髄膜炎による迷路障害のような両側の障害の場合がある。バランスの障害は片側障害では代償されやすく、両側障害では代償されにくい。

49. ヘルペスウイルス

単純ヘルペスウイルス、帯状疱疹ウイルスがあり、単純疱疹・帯状疱疹の原因となる。眼科領域では角膜炎、ぶどう膜炎（虹彩炎）、眼筋麻痺などを生じるほか、近年、ヘルペスウイルスによる急性網膜壊死や角膜内皮炎が増加している。

50. 房水産生機序

角膜後面と硝子体前面の間の空間を満たす透明な液体を房水という。房水は毛様体無色素上皮で分泌され、後房を満たし、瞳孔を經由して前房に入る。房水量は正常で0.15～0.35 ml、産生量は約2.5 μ l/min。 β ブロッカーや炭酸脱水酵素阻害薬は房水産生を抑制することにより眼圧を下降させる。

51. 房水流出機序

前房を満たす房水は、隅角部の線維柱帯を通してシュレム管に入り、上強膜静脈から眼外へと流れ出る。房水の一部（ヒトでは 5～20%）は、毛様体筋の組織間隙を通して脈絡膜上腔から強膜を經由して眼外に流出する。この経路はぶどう膜強膜流出路と呼ばれる。

52. 補聴器

難聴に対して聴力を改善するための補助装置。気導補聴器と骨導補聴器がある。気導補聴器は外耳道を利用して鼓膜に音を増幅して伝える。形式から箱型、耳掛型、耳穴式に分かれる。現在はデジタル補聴器が従来のアナログ方式のものに加えて使われている。骨導補聴器は骨を振動させることで直接蝸牛に音を伝える。

53. メニエール病

それまでめまい発作が脳卒中のひとつとして考えられていたのを、フランスのメニエールが内耳障害であることを発見したことにより、この名がある。不定期のめまい発作の繰り返しと耳鳴、難聴が生じる。片側性と両側性がある。

54. 眼の調節機能

近くの視標に焦点を合わせるために眼の屈折力を増強させること。毛様筋の収縮によりチン小帯が弛緩し、弾力性のある水晶体が厚みを増すことによって屈折力が増す。白内障手術によって水晶体が摘出されると調節力は失われるので、特殊な眼内レンズで調節力を復元させようとの試みが行われている。

55. 網膜色素変性

夜盲を初発症状とし、視野狭窄をきたして最終的に失明にいたる遺伝性進行性の網膜疾患。骨小体様の色素沈着、動脈の狭細化、視神経乳頭の蒼白を生じる。本邦における視覚障害者の約 1 割を占める。有効な臨床治療法は確立されていない。

56. 卵形囊斑, 球形囊斑

耳石器の中に耳石膜と感覚細胞がある部位をいう。全体が卵形をしているのが卵形囊で、ボール状をしたのが球形囊という。水平・垂直加速度が加わると耳石器に $f=ma$ の力が加わり、ずれが生じ、そのずれを感覚細胞が感知する。

57. 両眼視

両眼を同時に用いてものを見て、同時視、融像、立体視などを行う機能。両眼視は乳幼児期に発達し、立体感や距離感を司る。小児期に両眼視が正常に獲得されないと、斜視や弱視が誘発され、その後の視機能に大きな影響を与える。

58. 良性発作性頭位めまい症

現代の文明社会の中で最も頻度の高いめまい疾患である。見上げる、下を見る、左右の頭位に変える時に回転性めまいが生じる。眼球は回旋運動を起こすが一時的なものである。これに半規管内に耳石が剥がれて浮遊し、特に後半規管のクプラに付着し刺激となると考えられる。

59. 両側聴神経腫瘍

レックリングハウゼン病の中で両側に聴神経腫瘍が生じて難聴が生じ、最終的には両側の聴力が廃絶する。補聴器や人工内耳は効果がない。