

## (10) 土木工学・建築学分野

### ① 土木工学・建築学分野のビジョン

我が国の土木工学・建築学は、人と自然を調和させつつ、安全・安心で豊かな社会を実現することを目標とし、自然と共生する国土・都市づくり、人々が安心して暮らせる建築社会基盤の整備等に努めてきた。しかし、東日本大震災は、土木工学・建築学に大きな課題をつきつけた。

日本列島が地震の活動期に入り、地球の気候が変動し、エネルギー供給の構造が変化し、高齢化が進み人口が減少する中で、持続可能で安全な社会を実現するためには、土木工学・建築学が、これまでの前提条件を見直し、科学・技術を一層向上させていくことが喫緊の課題である。

このような状況に鑑み、土木工学・建築学分野では、最終目標に「持続可能で豊かな社会」の実現を置き、「安全・安心な社会」、「インフラ健全化社会」、「健康・文化向上社会」、「環境共生社会」、「低炭素・循環型社会」、「国際貢献」を重点目標に掲げる。さらに、土木工学・建築学の分野では、地球規模の環境・防災から居住空間の環境・防災まで広い範囲の対応が期待されており、高度で多様な人材の育成が望まれている。

これらの目標を実現するためには、次の6つの課題に取り組むことが重要である。

- 1) 災害要因となる自然現象の解明に努め、防災・減災機能を強化し、安全・安心な社会を築く。
- 2) 社会基盤の老朽化対策を始め、国土・都市・地域環境の保全を可能にする、維持管理・環境マネジメント技術を構築する。
- 3) 人口が減少し高齢化が進む中で、健やかで心豊かに生きるための住宅・社会基盤づくりに取り組む。
- 4) 地球規模での環境の保全を目指し、自然と共生する国土・都市づくりに努める。
- 5) 我が国のエネルギー供給の構造が変化する中で、国際的需給状況を踏まえたエネルギー・資源の安定的な利用を目指す。
- 6) 日本の土木工学・建築学が世界の安全・安心に寄与できるように、国際的視野を備えた高度で多様な人材の育成を進めると共に、学術の国際交流の促進に尽力する。

### ② 土木工学・建築学分野の夢ロードマップの考え方

土木工学・建築学分野の夢ロードマップは、横軸に年代を採り、左から 2010 年、2030 年、2050 年として示す。現在から 2030 年までに達成したい短期目標、2030 年か

ら 2050 年までに達成したい中期目標、2050 年以降に達成したい重点目標を挙げ、年代の最後には本ロードマップが目指す最終目標を挙げている。

短期目標と中期目標のもとに、目標を実現するために取り組むべき課題を列挙している。縦軸は、下から「防災・減災対策」、「インフラの老朽化対策」等の基本的な課題を置き、上に向かって「新エネルギー・省エネ技術」、「国際交流」等の広がりを持った課題を置き、全部で6つの課題を並べている。

土木工学・建築学分野のビジョン（以下、「ビジョン」という）との関係では、この中心円に書かれた7つの目標が、ロードマップの最終目標「持続可能で豊かな社会の実現」と6つの重点目標「安全・安心な社会」、「インフラ健全化社会」、「健康・文化向上社会」、「環境共生社会」、「低炭素・循環型社会」、「国際貢献」に対応している。

ロードマップの6つの目標を実現するために列挙した取り組むべき課題は、ビジョンの周辺の6つの円に書かれた取り組むべき課題に対応している。

次に、各重点目標とその課題について述べる。

## ア 安全・安心な社会

日本列島が地震の活動期に入り、地球の気候が変動し、自然災害に対する防災・減災対策がますます重要になっている。安全・安心な社会を構築するためには、災害を起こす自然現象の解明に努めると共に、都市集中の弊害を是正し、災害に強い国土・社会構造のあり方を検討する必要がある。また、災害が起こった後の社会経済の継続性を確保するために、災害回復力の強化に努める必要もある。

安全・安心な社会を実現するために、次の目標を掲げる。

### 2030 年までの短期目標

- ・ 防災・減災手法の開発を行い、その手法を自然災害のリスクが大きいと予測される重点地域、防災・減災の必要性の高い地域に適用する。

### 2050 年までの中期目標

- ・ 防災・減災機能を確立し、全国に展開する。

## イ インフラ健全化社会

我が国の社会基盤は時代の変化に合わせて構築する必要があるが、これらの高齢化・老朽化が進む中で、国民の生命と財産を守るために、社会資本を戦略的に維持・管理することが必要である。人口減少下で、安全・安心で快適・効率的な社会を支えるために、インフラ健全化社会の構築が求められている。

インフラ健全化社会を実現するためには、インフラの点検・診断・評価・維持管理の技術開発、アセットマネジメントの高度化等により、膨大な数のインフラを効率的に低コストで保全する仕組みが必要である。また、インフラの予防保全の向上と長寿命化対策が重要である。さらに、快適で効率的な社会を支えるために、ソフトとハードの技術によるイノベーション、構築環境として魅力ある空間を創成する手法も求められる。

さらに、環境との調和も重要な視点であり、環境評価・マネジメント技術の開発、国土保全・環境保全技術の向上も求められている。

インフラ健全化社会を実現するために、次の目標を掲げる。

#### 2030年までの短期目標

- ・インフラの老朽化対策を行うと共に、国土・都市・地域環境の保全に取り組む。

#### 2050年までの中期目標

- ・インフラの予防保全を確立すると共に、国土・都市・地域環境の保全技術の向上に取り組む。

## ウ 健康・文化向上社会

人口が減少し、高齢化が進む中で、健やかで心豊かに生きるための住宅・社会基盤づくりに取り組み、人々の健康・文化を向上させることが求められている。

健康・文化向上社会の実現のためには、建築・社会基盤の景観・デザインの向上が重要である。

また、人口減少・高齢化に対応するために、住宅・都市・国土計画の抜本的な見直し、住宅・都市における健康・安全を考えたデザインの方法を考える必要である。

心豊かに生きるためには、人々の暮らしを支える地域コミュニティの育成、子どもの成育環境の改善、伝統文化の継承が大切である。さらに、かつて日本のどこにでもあった人間関係資本（ソーシャル・キャピタル）を再生することにより、地域を支える力を取り戻すことも、持続可能な社会を構築する上で重要である。

健康・文化向上社会を実現するために、次の目標を掲げる。

#### 2030年までの短期目標

- ・人口減少・高齢化に対応した住宅・社会基盤を作ると共に、地域コミュニティ・文化力の向上を目指し、これらに取り組む人の育成に取り組む。

#### 2050年までの中期目標

- ・健康を増進する住宅・社会基盤を作ると共に、地域コミュニティ・文化力の向上に取り組む。

## エ 環境共生社会

地球環境の悪化が懸念され、地球の気候が変動する中で、持続可能な社会を作るためには、地球環境を守り、環境と共生する社会を作ることが求められている。

環境共生社会の実現のためには、生物多様性の保全等に取り組み、自然を再生することにより地域・国土の健全化を図ることが重要である。また、地球規模での環境の保全を目指し、自然と共生する国土・都市づくりに努めることが必要である。さらに、河川を中心として自然共生型流域圏の構築も重要な視点である。

環境共生社会を実現するために、次の目標を掲げる。

### 2030年までの短期目標

- ・自然の再生による地域の健全化に取り組むと共に、自然と共生する国土・都市計画を推進する。

### 2050年までの中期目標

- ・自然の再生による国土の健全化に取り組むと共に、自然と共生する国土・都市計画を推進し、その結果自然と国土・都市の共生が実現される。

## オ 低炭素・循環型社会

地球温暖化による自然・国土・人間の生活への影響が危惧される中、低炭素化への取り組みが必要である。また、地球上の資源の有限性と環境負荷軽減のために、循環型社会の構築が求められている。

低炭素・循環型社会の実現のためには、東日本大震災後に我が国のエネルギー供給の構造が変化する中で、国際的需給状況を踏まえたエネルギー・資源の安定的な利用に取り組む必要がある。また、多様な新エネルギーを生み出す戦略を進め、省エネルギーの技術革新を推進し、地球環境保全のために低炭素化を促進する必要がある。さらに、日本社会全体で、低炭素・循環型社会を目指してライフスタイルや制度を変革していくことも重要な視点である。

低炭素・循環型社会を実現するために、次の目標を掲げる。

### 2030年までの短期目標

- ・資源エネルギーの構造変化を踏まえた安定利用を実現すると共に、多様な新エネルギー技術の創出、省エネルギー技術革新に努める。

### 2050年までの中期目標

- ・低炭素・循環型の日本モデルを創設すると共に、地球環境保全のために、日本モデルの国際展開を図る。

## カ 国際貢献

我が国の防災・減災に関わる研究成果を、各国の地震や津波等の災害リスクの軽減に役立てると共に、地球規模の防災体制を確立するために必要な国際的研究協力体制をどのように構築し、効果的に展開するかが課題となっている。また、我が国の健康安全デザイン、インフラ整備技術、環境保全技術、エネルギー利用技術を始めとする土木工学・建築学の研究成果を国際的に活かすことも求められている。

国際貢献を実現するためには、日本の土木工学・建築学が世界の安全・安心に寄与できるように、国際的視野を備えた高度で多様な人材の育成を進めると共に、学術の国際交流の促進に尽力する必要がある。また、災害の多い国土で育まれた土木工学・建築学の知見を、世界の安全・安心な建築・社会基盤づくりに活かす仕組み作りも重要である。

国際貢献を実現するために、次の目標を掲げる。

### 2030年までの短期目標

- ・学術の国際交流を促進すると共に、土木工学・建築学分野のグローバル化を図る。

### 2050年までの中期目標

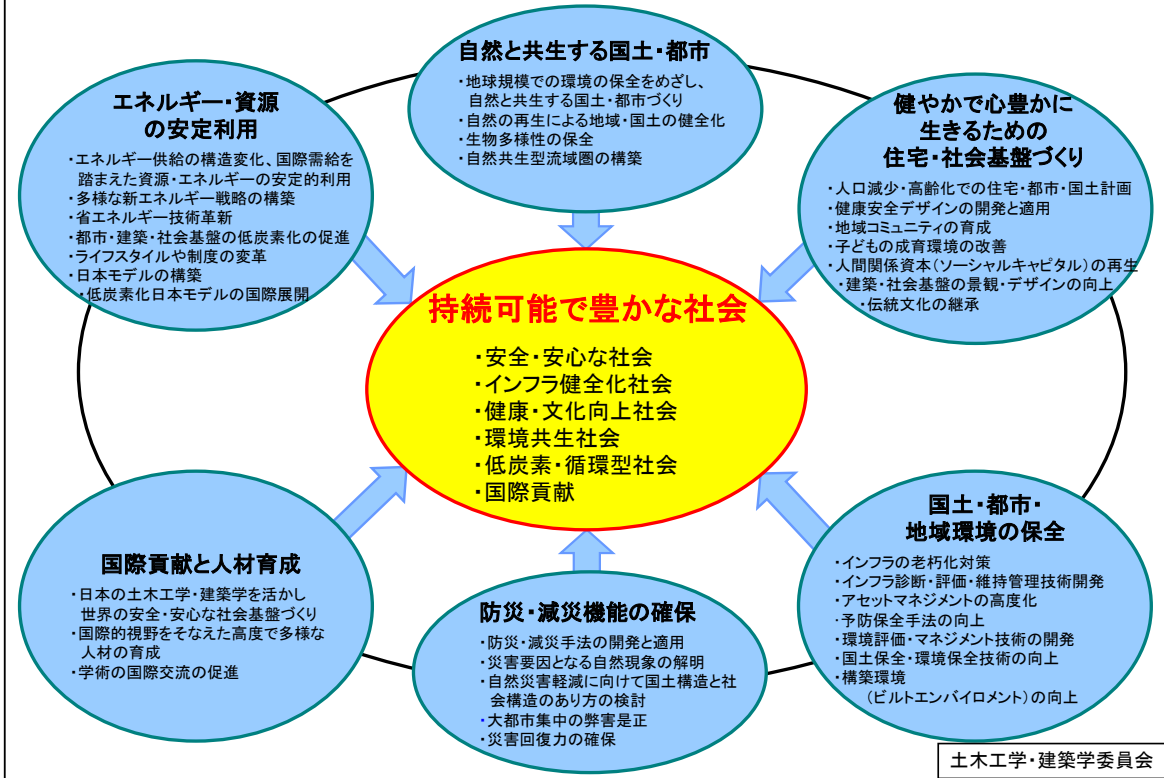
- ・世界で活躍できる人材を輩出すると共に、世界の自然災害の軽減に貢献する。

### 最終目標の実現に向けて

これまで述べた6つの重点目標「安全・安心な社会」、「インフラ健全化社会」、「健康・文化向上社会」、「環境共生社会」、「低炭素・循環型社会」、「国際貢献」を実現することにより、土木工学・建築学分野の夢ロードマップのビジョンの最終目標である「持続可能で豊かな社会の実現」を目指す。

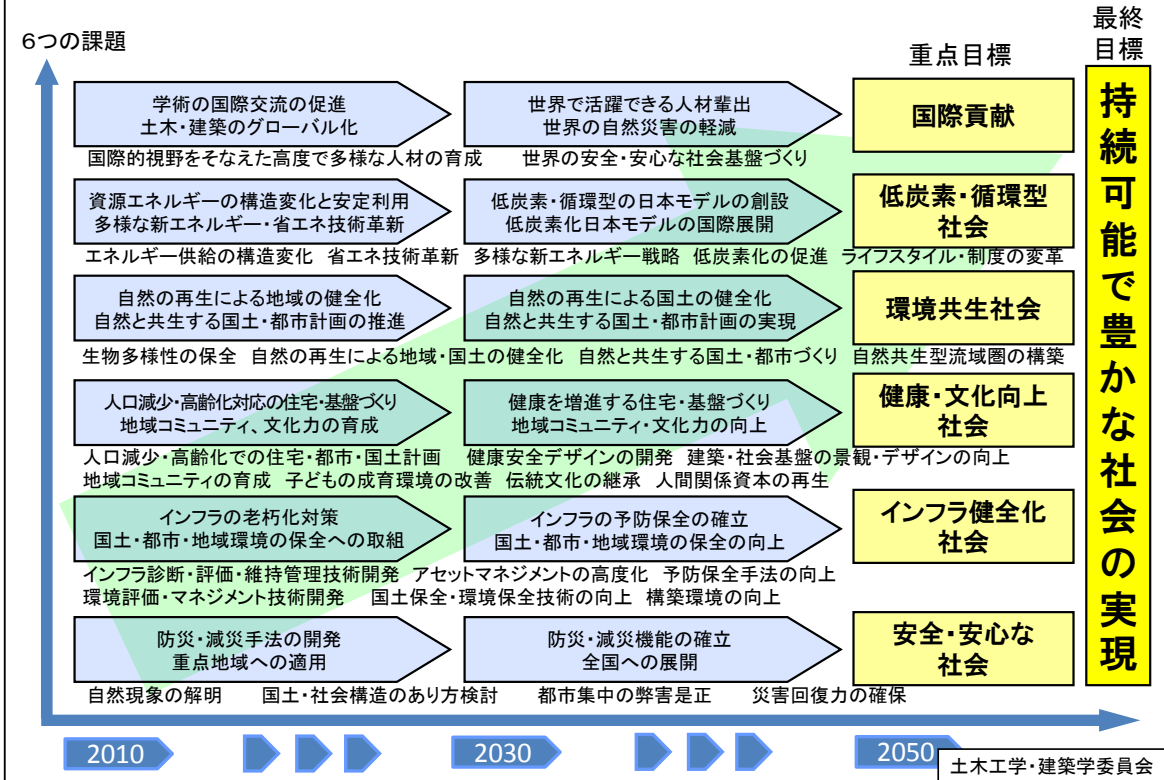
# 10 土木工学・建築学分野のビジョン

～全体概要～



# 10-1 土木工学・建築学分野の夢ロードマップ

～全体概要～



## (11) 材料工学分野

### ① 材料工学分野のビジョン

材料の進化は、人類史の中で、新しい科学、新しい技術や新しい産業の発展の基盤となり、常に人類の繁栄と社会進歩に貢献してきた。また、社会は進歩する度に、材料のさらなる進化を求め続けてきた。このように、時代時代で主題は変わっても、綿々と続く材料と社会の相補的かつ相乗的關係が今日の文明社会を築き上げてきており、この関係は未来においても不変である。

20 世紀までは自然環境、身近な資源や歴史発展等の地域的な制約を主に受けてきたが、21 世紀に入って主要な制約は環境制約を含めて地球規模のものとなった。同時に、材料に対する要求も世界規模で多様化するようになった。また、要求内容もより高い水準に、さらにより多くの機能の同時実現へと先鋭化している。さらに、グローバルな入手容易性、安定供給性、経済性等、一層多様でかつ高度な視点からの最適化が求められている。

材料工学は、歴史的には錬金術を起源とし、20 世紀以降、金属工学、無機材料工学、高分子材料工学等それぞれの材料分野で発展を遂げ、個別に体系化してきた。21 世紀に入る辺りから上で述べたような社会要請の変化に応じて、すべての材料を横断する融合展開が図られてきている学術分野である。すなわち、材料工学は、各種材料を融合展開する工学であり、端的には「材料の創製と高機能化を極める工学」と定義される。

材料工学における「材料」は、様々な物質からなる素材から、ある使用目的を有した構造体の多様な構成要素まで、それらの中間段階のものも含む総称である。ここに、様々な物質を構造体の構成要素までに止揚させる一連の所作がある。この一連の所作の方向性を材料化と呼び、一連の所作を材料プロセスという。材料プロセスは一元的ではなく多元的な視点から最適化される。

材料の創製は、現状では存在しない、或いはより優位に使用目的に適合する材料を工夫して造り出すことをいう。一方、材料の高機能化は、材料の多様な機能を社会価値尺度での向上を含めて高度化する、或いは材料に新たな機能を付加することをいう。

材料機能とは、材料の働きをすべて指す。複数の原子並びに分子さらにそれらの組み合わせが有機的に関係し合い、集合体として材料機能を発現する。材料機能を発現するこの集合体の様態を材料システムと呼ぶ。求められる材料機能を発現する最も有効な材料システムを設計する。

材料の創製は、物質等を原料にして、最も有効な材料システムを最適な材料プロセスで、材料化すると表現することもできる。材料の創製と高機能化は、互いに連関して達成される場合も、それぞれ独立して達成される場合もある。また、材料の創製と高機能化は、未来事象のみではなく、過去から現在までのすべての歴史的な事象も含んでいる。

材料化は目的行為であり、材料工学に固有のものである。物質を対象とする他の諸科学では、既知物質の存在様態や機能を与件に、全く新たな機能を有する新物質探索

に資する学術が中心となり、むしろ一切の制約条件を超える挑戦が鍵になる。それに対して材料工学では、新物質探索のベクトルを内包しながらも、一般に材料化を無条件では考えない。すなわち、材料化に際しての種々の制約条件を正しく認識した上で、与えられた条件のもとで最適な材料プロセスを展開し、使用環境、使用条件における最も有効な材料システムを実現する。

材料工学は、物質、材料、構造体とそれらの機能が持つ多様性に対して、以下に示す多様なアプローチで対応する。多様さを担保することにより、単一のアプローチだけでは陥りがちな部分性や偏りを補正し、補完する。

第1は、理論的・規範的アプローチである。材料化においてまず洞察すべきは、多様な物質機能のそれぞれの原理及び材料が実現すべき新たな価値の規定である。そして、両者を論理的に関連付ける。その際、基礎諸科学の学術的知見を基本とした理論的かつ規範的考察がその中心となる。

第2は、帰納的・実証的アプローチである。錬金術は、洗練された技を知的考察の対象とした。近代材料工学は、より優れた材料を意図的、設計的に作り出そうとするアプローチから生まれた。材料工学が成立し対象物質が大幅に拡大した現代においても、実用的関心を常に鋭く持ち続けている。

第3は、演繹的・実践的アプローチである。物質、材料、或いは構造体について、理論や計算によって、客観的かつ実証的に記述や説明を試み、より確実な知識の基盤の上に材料化を展開する。

材料工学に課された使命は、求められる材料性能が規定されれば、それを実現する最も効果的な材料システムを最適な材料プロセスを実現することである。したがって、材料工学が扱う範囲は、材料機能と材料システムの関係の解明、様々な材料システムの実現のための高効率な材料プロセスの追求、構造体等の最適加工技術を含めた構造体設計、材料による製品の社会価値尺度の評価等、基礎科学から応用工学までを包含している。さらに、材料工学は極めて広範な時空間を扱う工学でもある。したがって、材料工学の社会的役割は、上述した材料機能はもちろんのこと、材料機能の保証や信頼性、寿命や価値の最適化設計等に関する説明責任や、材料のライフサイクル解析や持続可能社会の設計までも及ぶ。

しかしながら、材料性能が実現すべき価値は、材料工学において自動的に導かれるものではない。社会の価値観、必要性、使命等と関連しており、工学としての材料工学は、土木学、建築学、機械工学、電気・電子工学等の工学分野全体の基盤を横断するものであり、それらの学術領域との連携は不可欠である。さらに経済的、社会的視点を繰り入れるためには、医学、法学等あらゆる学術領域との連携を可能とする柔軟性が求められる。



一方、人類の科学的英知の結集に基づくためには、主に物理学、化学、さらには生物学をも含む基礎科学を統合した材料に関する独自の学術分野を更新、再構築し続けることが求められる。

すなわち、材料工学の基礎は、以下の3つの柱で主に構成されている。

(A) 材料リテラシー学は、高校並びに大学学部前期における物理学、化学、生物学等を素養にして、材料と材料工学の基本的役割について、理解、記述、説明するための学術体系である。

(B) 材料システム工学は、材料機能を発現する仕組みである材料システムに関する学術体系である。

(C) 材料プロセス工学は、目的の材料及び材料システムを創製、製造するための、物理的及び化学的な方法に関する学術体系である。材料化における学術的基本構造は、材料リテラシー学の知識を土台に、材料システム工学の知識に裏付けられた目標材料システムを、材料プロセス工学の知識を駆使して作り込む方法論を理解することにある。

さらに、対象応用工学分野ごとに、以下のような応用材料学を学術領域として展開する。

(D) 社会インフラ材料学は、土木建築、機械、電気等の応用工学が対象とする製品に期待される材料の機能とその利用技術に関する学術体系である。

(E) グリーン・エネルギー材料学は、環境負荷最小限化、再生可能エネルギーと資源の高効率有効利用のための製品に期待される材料の機能とその利用技術に関する学術体系である。

(F) 医療・バイオ材料学は、医療のための、さらには生体機能を利用した製品に期待される材料の機能とその利用技術に関する学術体系である。

(G) デバイス材料学は、電子・光・磁気機能を利用した製品に期待される材料の機能とその利用技術に関する学術体系である。

材料工学は、求められる材料性能が規定されれば、それを実現する最も効果的な材料システムを最適な材料プロセスを、科学的原理に基づきかつ最も高い社会的価値尺度で実現する。そのためには、以下の材料工学のツールである以下の学術領域が不可欠となる。

(H) 材料解析・診断学は、材料システム及び材料プロセスを時間的空間的に解析する物理的、化学的な方法の学術体系である。

(I) 理論・計算材料学は、材料機能の発現機構解明と設計のための、理論と理論計算の方法とその利用技術に関する学術体系である。

(J) 材料ゲノム工学は、これまで蓄積されてきた膨大なデータを、理論やモデリング、或いはデータ解析手法を駆使することで、効率的かつ迅速に、合目的な材料設計や材料機能創製を果たすための方法とその利用技術に関する学術体系である。

「材料工学分野のビジョン」(概要図)は、現代社会が求める課題解決型の材料工学を確立のために、他学術分野と連携しつつ、あらゆる材料知を統合して、新しい知識体系を構築することにある。そのために考慮すべきキーワードを、材料工学の基礎、ツール、応用材料の3段階構造の周りに示している。これらの専門領域をあまねく発展させてこそ、この概要図の中心に書かれている段階(後述)を経て、到達目標に至る。

## ② 材料工学分野の夢ロードマップの考え方

材料工学では、様々な要求に応えるために様々なベクトルを向いて多様化せざるを得ない局面がある。これは材料工学の真髄の1つであるが、反面、焦点が十分絞られていない、複雑でわかりにくい等の印象を一般社会に与えてしまう場合がある。したがって、材料工学の専門家には一般社会から正当な理解と支援を得るための不断の努力が求められる。

また、貴重な知見が広範囲にかつ歴史的にも多く蓄積されてきたことが強みの源泉でもあるが、反面、次代の育成の場では、学ぶべきことが膨大過ぎる等の印象を与え、一定の障害となる場合もある。したがって、学ぶべき基礎素養をよく整理し、簡潔に体系化して、材料工学の魅力を次世代に伝える不断の努力も求められる。

また、社会の共通基盤的である材料工学は、常に従来の枠内に安住せずに、あらゆる学術分野と連携し、自らの発展のために必要なものを取り込んでいかざるを得ない宿命にある。

したがって、専門知識を体系的に旺盛に蓄積する一方で、蓄積された知識を合目的に、また合理的に活用する新しい総合的解法手法の開発が課題打開の鍵となる。すべての専門領域で、ナノテクノロジー及び計算・データ処理技術の長足の進歩を大胆に組み入れて、相互利用のネットワーク化を構築すれば、その実現性が一層確実となる。すなわち、向こう30年以内に世界に先駆けて新しい総合的解法手法を開発することを材料工学分野のロードマップの大目標に設定する。

そのための進歩のステップは3つに分かれる

- (A) 材料創製と高機能化の実現のための共通課題に関する現象の解明
- (B) 材料創製と高機能化の総合的解法の確立
- (C) 総合的解法の普及による最適材料機能の提供

(A)の段階では、共通基礎課題を解決する全国ネットワーク共同利用形式による最先端解析ツール群について、それぞれコストパフォーマンスを最大化する視点を持って、総合的かつ体系的に整備する。同時に各専門領域では、既存の知見を含めてインフォマティクス手法による知見の体系化を進める。また、実験と計算シミュレーションを相互交流によって推進し、共に発展する研究スタイルを常態化する。新しい技術を担う人材、次代を担う人材の育成事業をこれらの事業と関連付ける。

(B) の段階では、創製と高性能化の関係を合理的に説明できるモデル・理論を確立する。実証においては、実験室規模での検証はもちろん、企業が保有する実生産設備での検証も不可欠となる。そのために、産業と学術の相互信頼感を持った密接な連携を促進する。(A) での知見の体系化はこの時期に国際規格、標準等としてその一部が結実される。また、(A) で育成された人材が第一線で活躍し始める。

(C) の段階では、我が国の材料工学のあり様が一変している。社会、産業が抱える重要課題が、学术界に真剣に持ち込まれ、お互いの高い信頼関係に裏付けられた協同が進む。産業においては、国内での事業展開とグローバルな事業展開の望ましいバランスが迫られる際に、求められる性能を実現する総合解法がその有力な武器となる。さらに材料と生物科学の関係が新たに体系化され、材料リテラシー学が一段と高い地平で統合化される。

### **ア 材料リテラシー学の夢ロードマップ**

材料に関する基礎科学は、従来の知的ストックに加えて、ナノテクノロジーの進歩等に伴い長足の進歩を遂げている。長足の進歩の一方で、高校までの物理学・化学等の履修状況とのギャップが広がりつつある。

そこで、社会受容性を前提に、先端的学術成果を社会に還元するためにも、知的到達点を良く整理することによって、一般市民を含めた初心者が、限られた時間内でその根幹を理解できるように継続的に再構築していく。また、材料の概念の広がりに応じて、特に材料生物学を新たな基礎としてしっかりと取り込んでいく。さらに、ジェンダーの克服に向けた取り組みを強化する。

### **イ 材料システム工学の夢ロードマップ**

材料の機能を化学組成から解釈する捉え方に加えて、原子・分子等の配列の多次元多階層なシステム（マルチスケールシステム）と密接な関係になることが、特にナノテクノロジーの進歩に伴って理解が深まった。同時に、大きさ、形状も材料機能と密接に結び付いていることが強く認識されるようになった。

まずは、材料機能とマルチスケールシステムの対応関係を統一的に明らかにする。また、材料システムの時間変化と機能の時間変化の関係についても明確にする。それらを通じて、全く新しい材料システムが多様に追究される状況を速やかに実現する。

### **ウ 材料プロセス工学の夢ロードマップ**

多様な材料を対象に、多様な加工法が開発されている。さらに、資源・エネルギーの最大限活用、環境負荷最小限化の視点から材料プロセスを再構築する取り組みも定着してきている。

引き続き多様なアプローチで、有効性の高い加工法を追究することを基盤とする。その上で、目的の製品を得る最適なプロセスを逆算によって絞り込む、もしくは新

しく追究できる手法を開発する。社会貢献・インパクトを強く認識するために、経済性指標等も取り込んでいく。

#### **エ 社会インフラ材料学の夢ロードマップ**

安全・安心、長寿命、低環境負荷な製品性能を実現する世界最高水準の材料機能とその利用技術を提供している。

引き続き、環境負荷を抜本的に低減する、より高機能な材料の創製に取り組む。さらに、使用中材料を延命するための補修・メンテナンス技術を速やかに革新する。

#### **オ グリーン・エネルギー材料学の夢ロードマップ**

多くの応用工学分野で世界最高水準の材料機能とその利用技術を提供している。

引き続き、より抜本的に高機能な材料の創製に取り組む。さらに、その高度利用技術の新規展開を速やかに進める。

#### **カ 医療・バイオ材料学の夢ロードマップ**

医療診断技術等世界最高水準の材料機能とその利用技術を提供している。生体機能代替のための材料の創製においても革新的な成果を生み出している。

引き続き、高齢化社会における QOL を抜本的に改善する、より高機能な材料の創製に取り組む。さらに、その高度利用技術の新規展開を速やかに進める。

#### **キ デバイス材料学の夢ロードマップ**

世界最高水準の材料機能とその利用技術を提供している。

引き続き、製造コスト面での国際競争力と市場シェアの確保に寄与する、抜本的に高機能な材料の創製に取り組む。さらに、その高度利用技術の新規展開を速やかに進める。

#### **ク 材料解析・診断学の夢ロードマップ**

ナノテクノロジーの進歩の直接的な成果が集中して現れている。特に、微小なスケールでの解析・診断に長足な進歩が加えられている。

今後は、空間的マルチスケールをすべて埋め尽くすと同時に時間的なマルチスケールを強力に埋めていく。特に、ハイスループットで広範な研究者が利用できるように整備し、空間的、時間的にマクロな現象を、よりミクロな観点で解析・診断する手法を速やかに開発する。

#### **ケ 理論・計算材料学の夢ロードマップ**

空間スケールの個々の階層における信頼性の高い計算ツールが揃いつつある。

今後は、空間マルチスケールを速やかに連結・統合し、効率的に成果を得る抜本的な手法を開発する。さらに時間スケールに対応する計算ツールを強力に開発する。

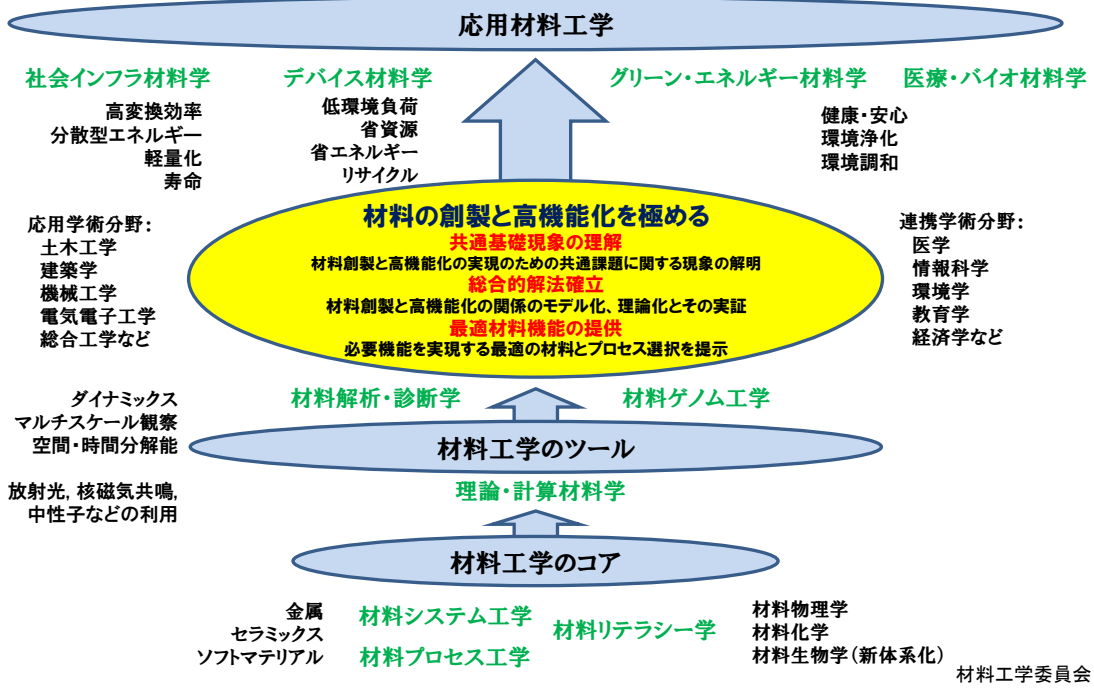
## コ 材料ゲノム工学の夢ロードマップ

端緒的、部分的に系統性のある取り組みが生まれ始めている。

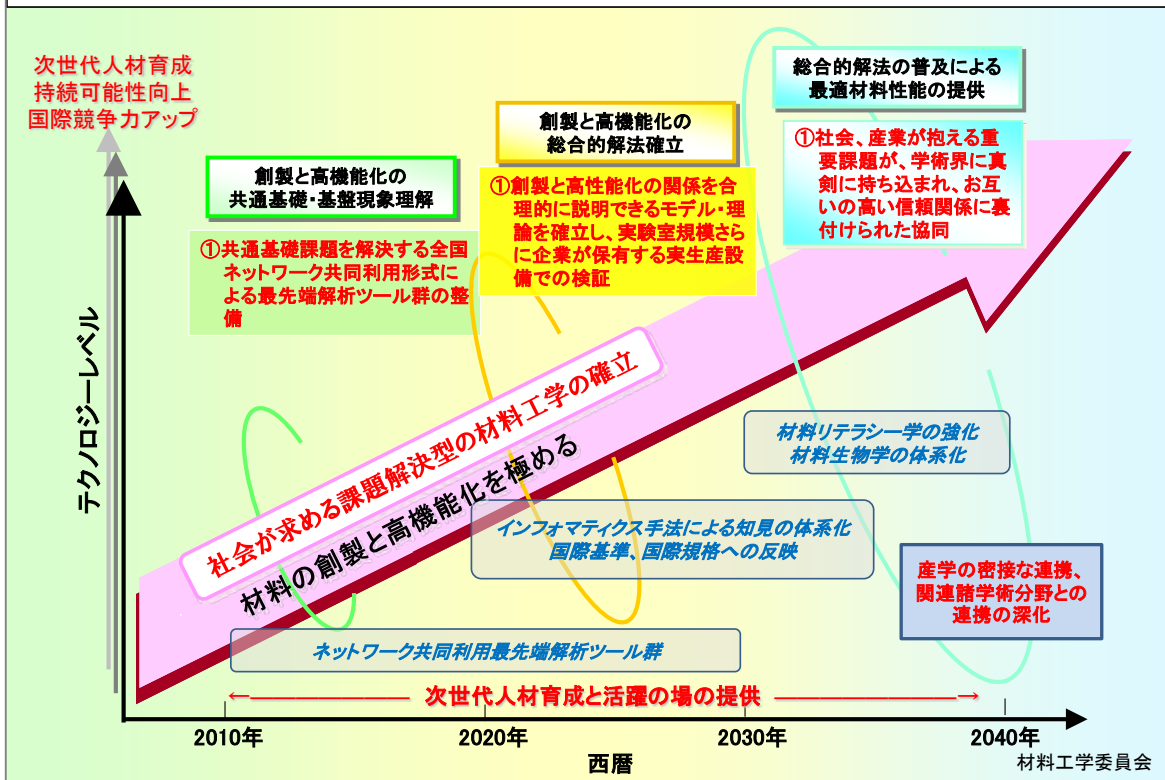
今後は、国際競争力の増進に寄与する、全国規模での協同作業手法を速やかに開発し、社会実装する。

# 11 材料工学分野のビジョン

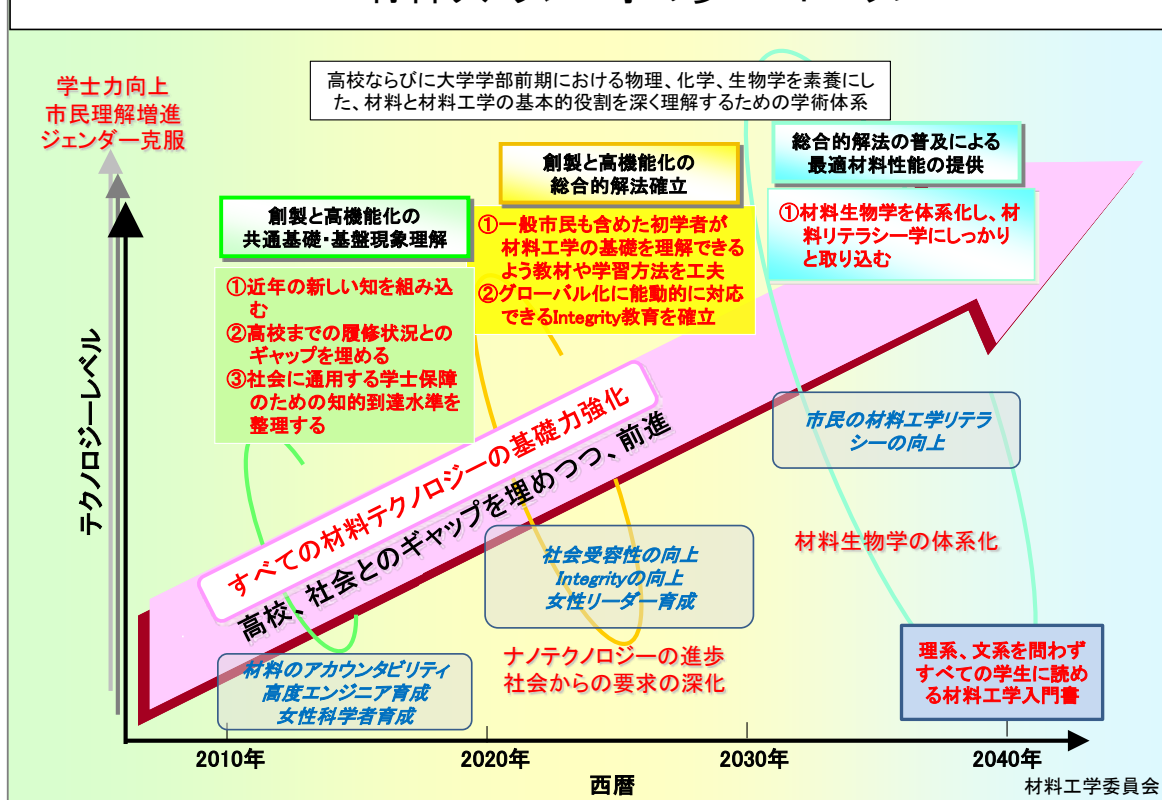
社会が求める課題解決のために、他学術分野と連携しつつ、多様性のあるアプローチを駆使し、あらゆる材料知(シーズ創出、セレンディピティなども含む)を統合して、新しい知識体系を構築する



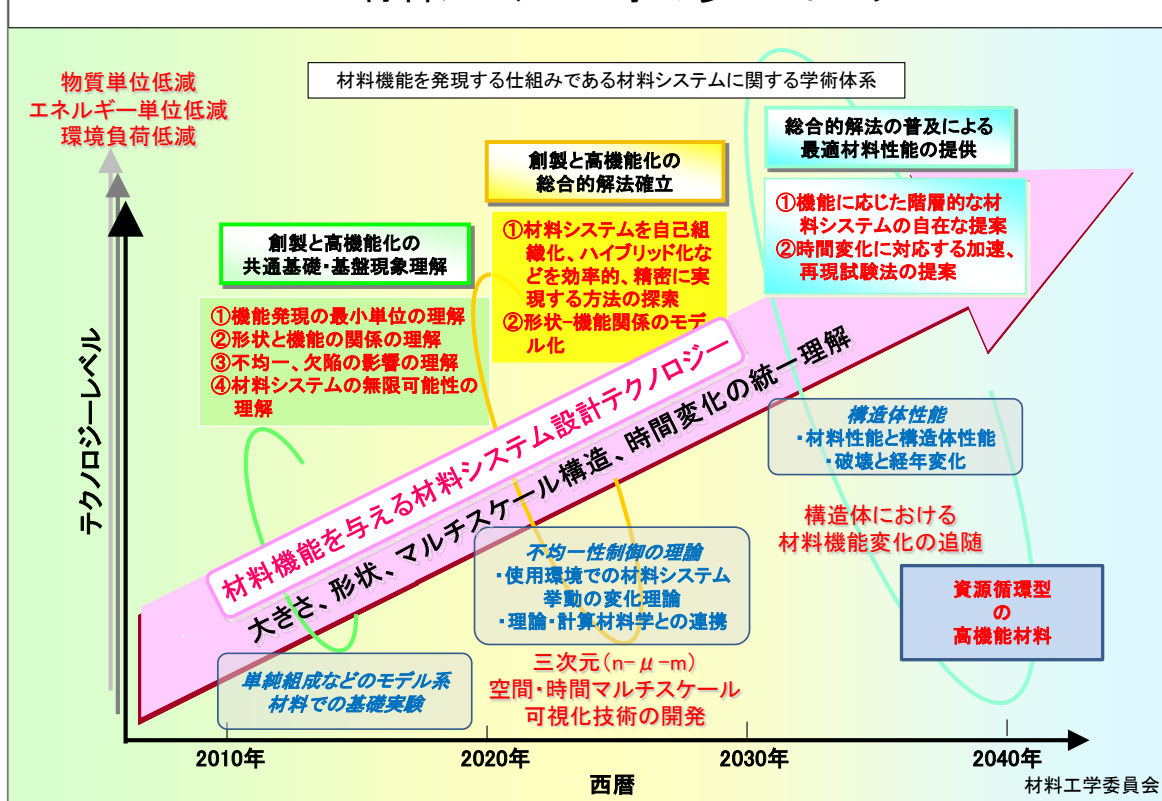
## 11-1 材料工学の夢ロードマップ



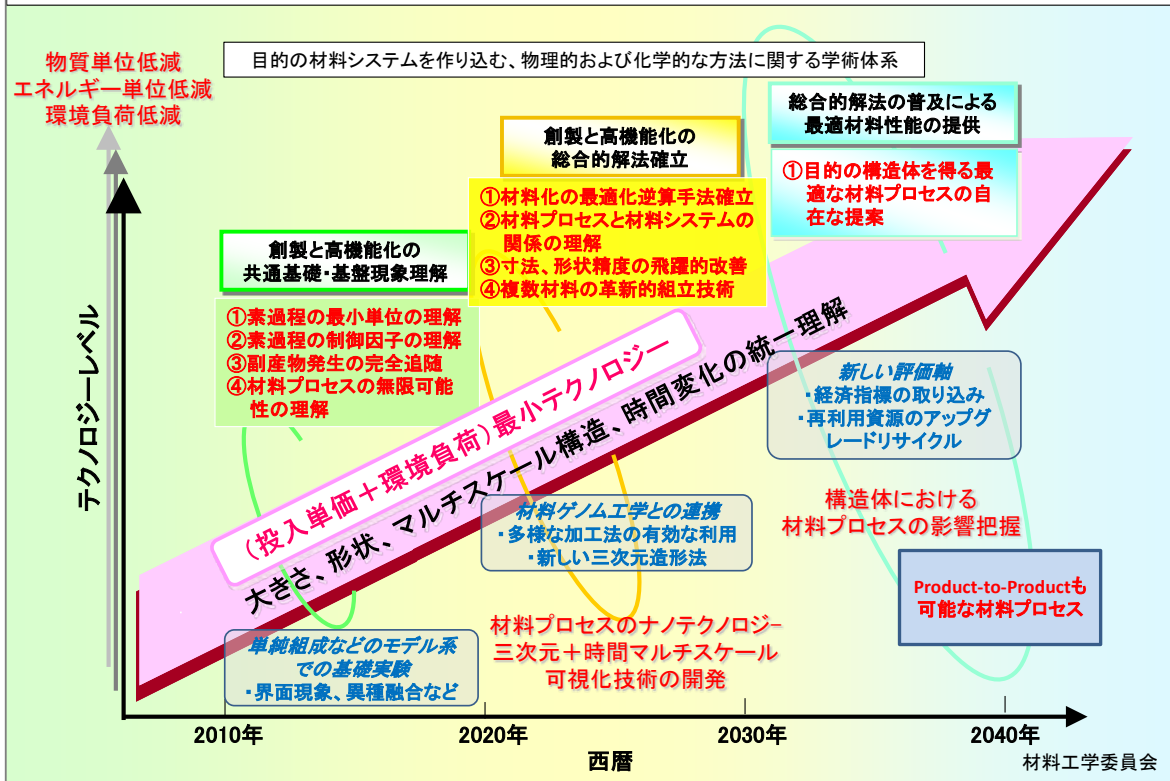
## 11-2 材料リテラシー学の夢ロードマップ



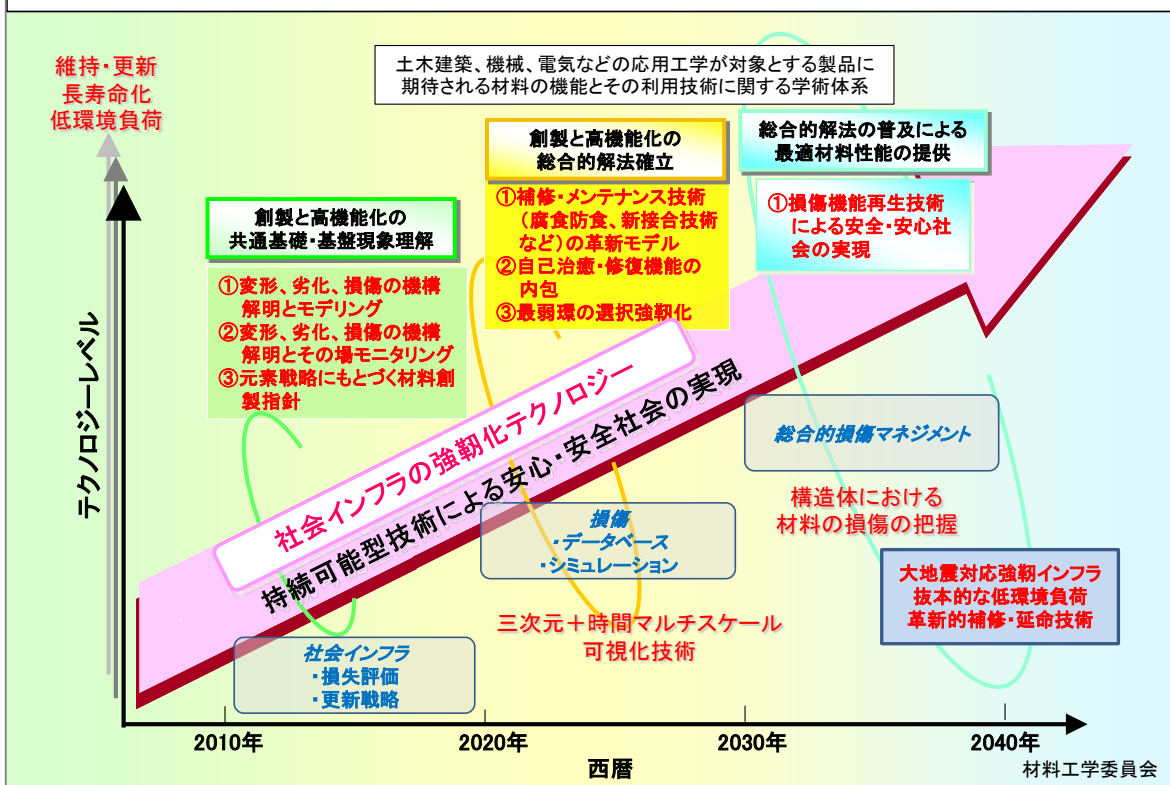
## 11-3 材料システム工学の夢ロードマップ



## 11-4 材料プロセス工学の夢ロードマップ

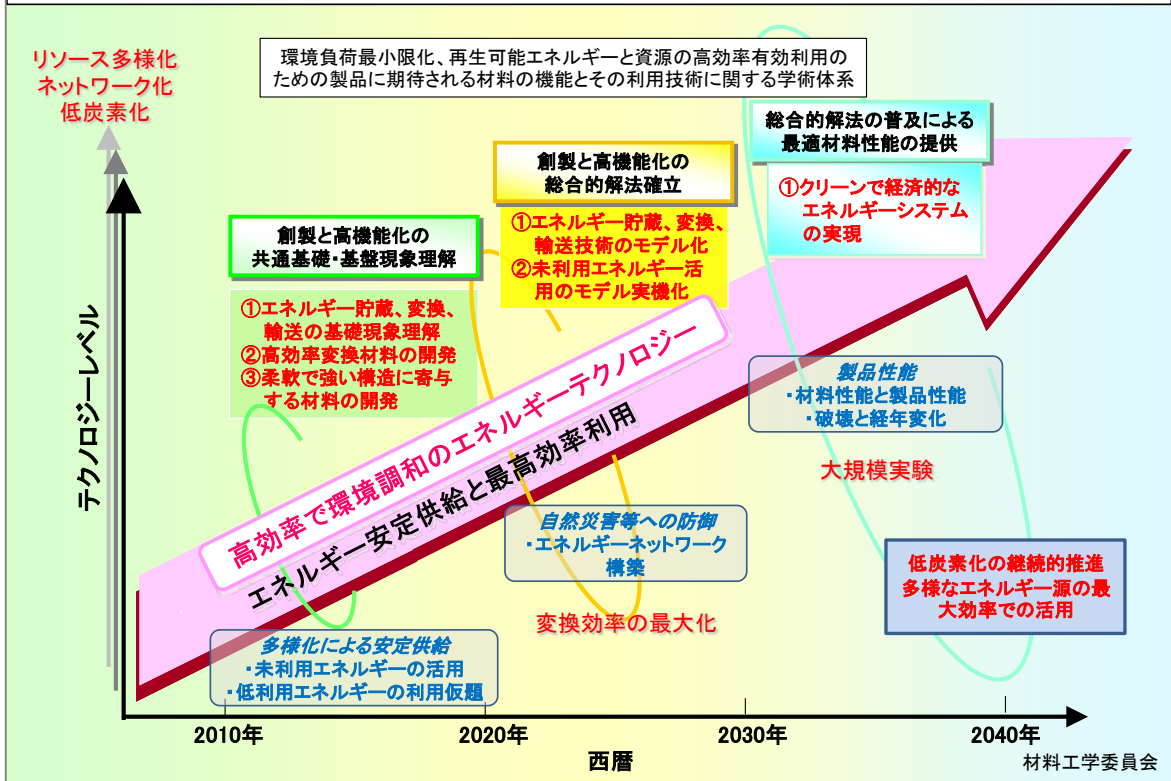


## 11-5 社会インフラ材料学の夢ロードマップ

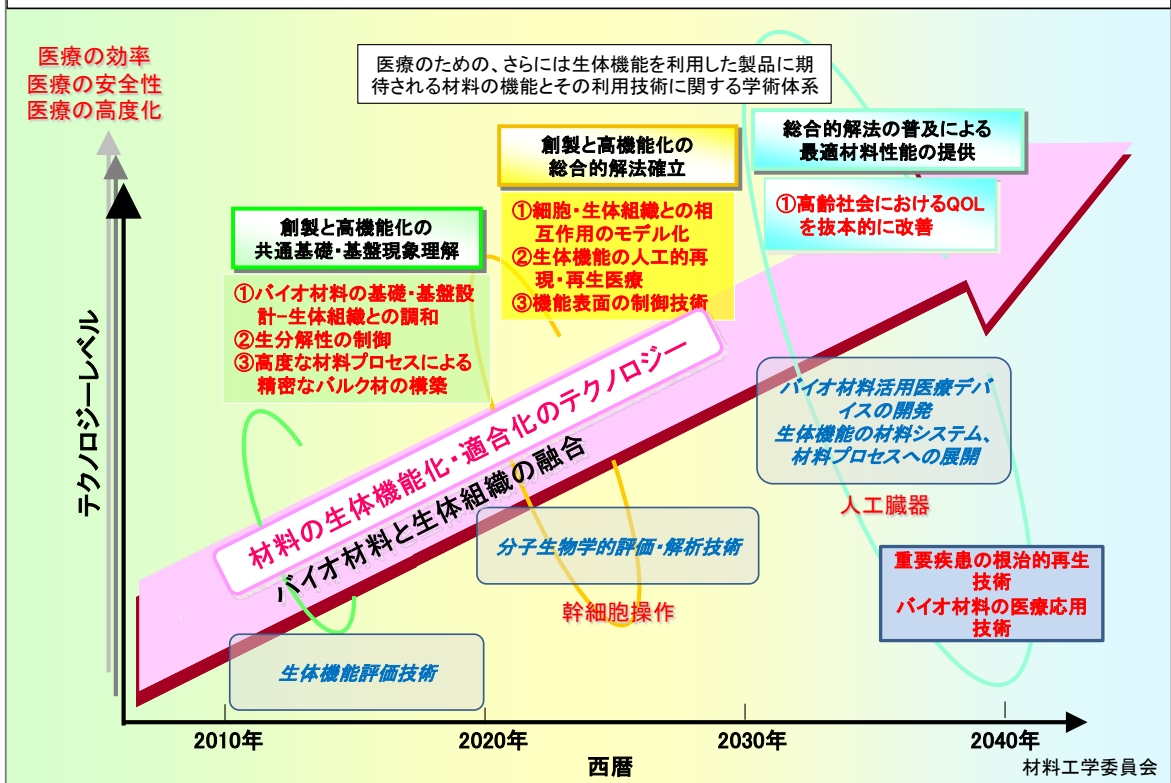




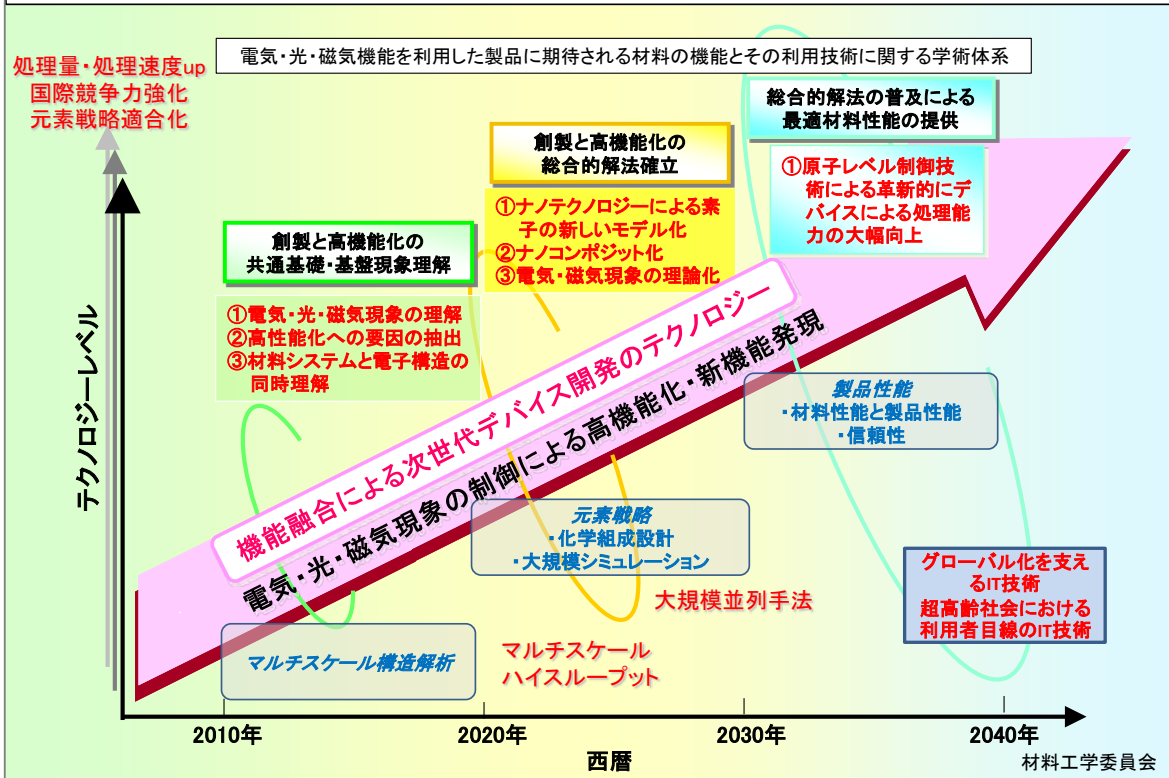
## 11-6 グリーン・エネルギー材料学の夢ロードマップ



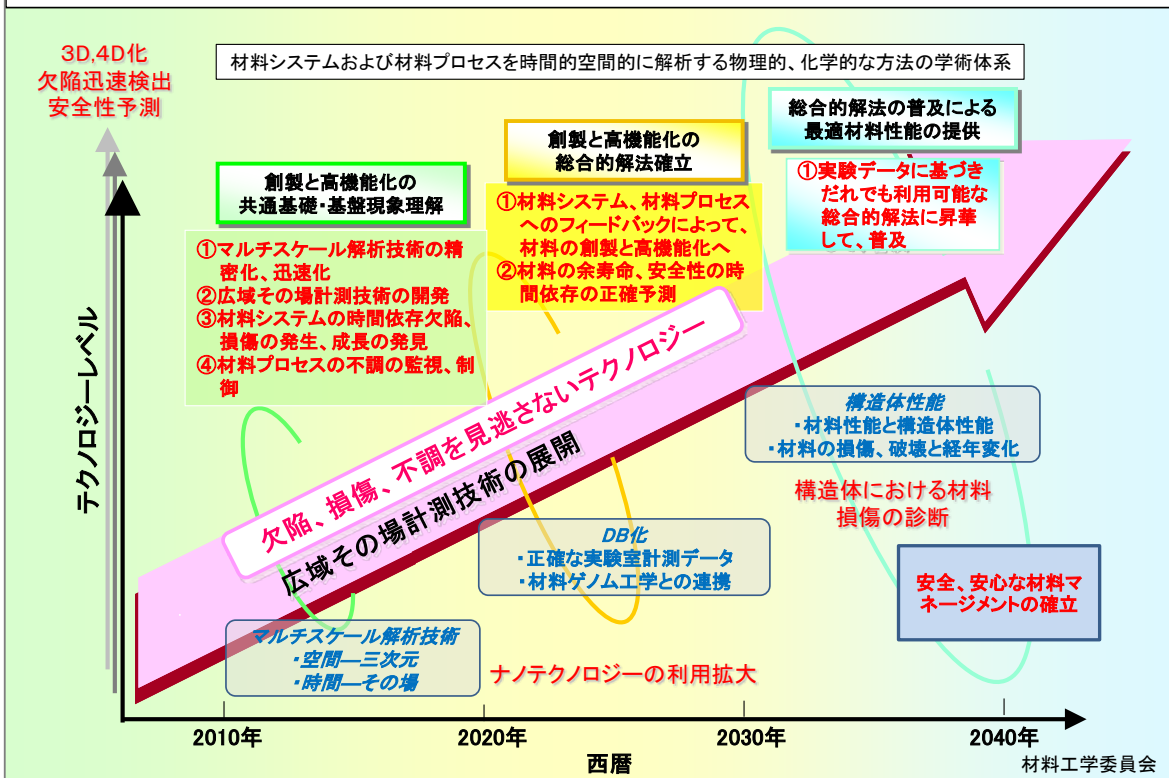
## 11-7 医療・バイオ材料学の夢ロードマップ



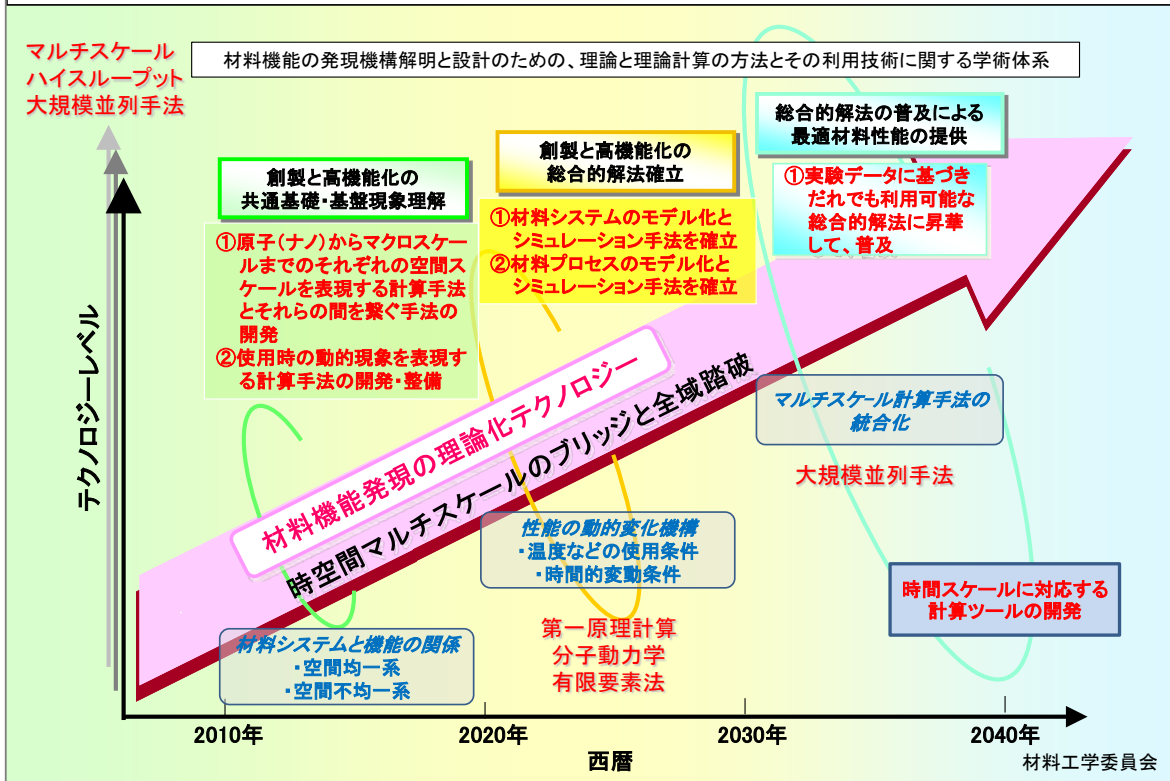
## 11-8 デバイス材料学の夢ロードマップ



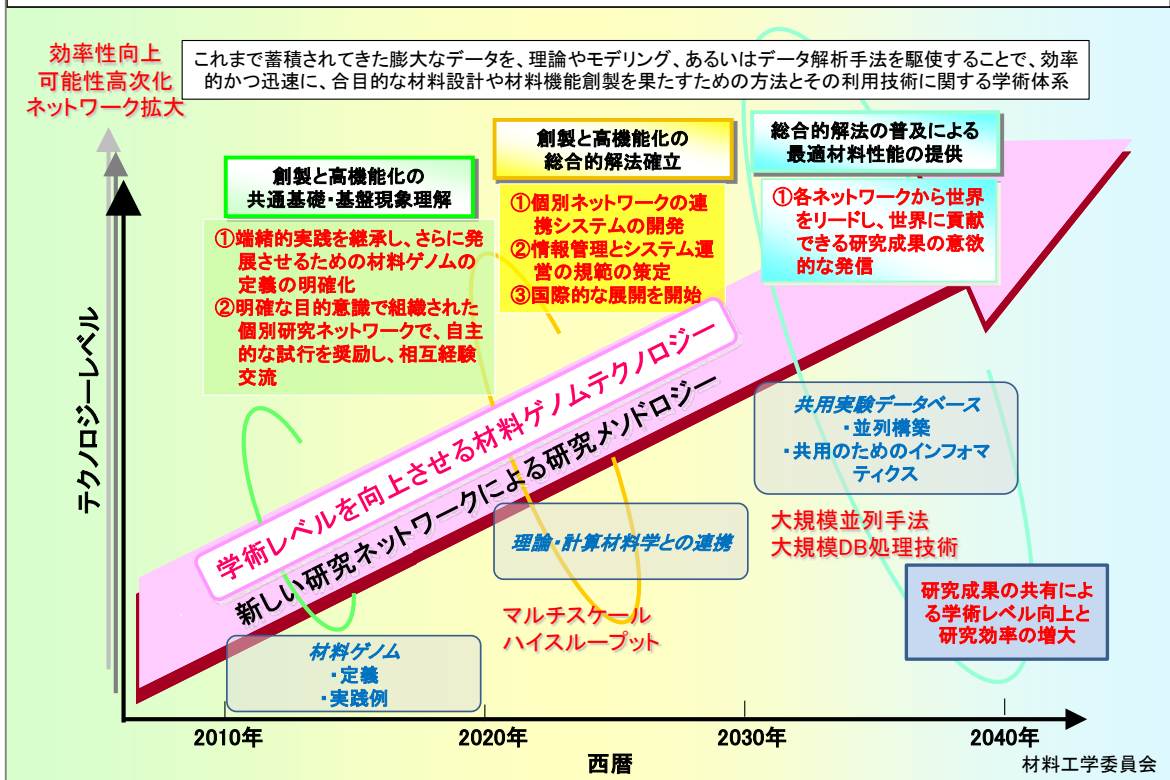
## 11-9 材料解析・診断学の夢ロードマップ



## 11-10 理論・計算材料学の夢ロードマップ



## 11-11 材料ゲノム工学の夢ロードマップ



## 4 おわりに

自然から学び自然の摂理を解き明かすために、或いは持続的文明社会の達成を可能にする新たなイノベーションの創成を目指して、科学者は様々な分野で日夜奮闘している。その科学者を代表する日本学術会議は、2011年に「理学・工学分野における科学・夢ロードマップ」を公表した。社会との関係を視野に入れつつ日本の科学・技術の将来像を科学者の立場から展望したもので、一般の人々にもわかりやすく示すことを旨とした。夢ロードマップと謳ってはいるが、決して科学者の「見果てぬ夢」ではなく、期待を込めつつも現実を見据えて科学・技術の到達目標を提示している。今回の報告はその改訂版で、理学・工学に属する11の分野別委員会がそれぞれの専門領域を担当し、さらに関連する学協会との協力を得て、内容をより充実させたものである。また、先の東日本大震災への科学者の対応が不十分であったとの反省に立ち、科学が社会に対していかなる貢献ができるか、また逆にどのような貢献が期待されているかという視点が加味されている。

学術研究においては、自然界の真理の探究を通して人類の文化的価値を生む「基礎研究」と、社会に役立つ新たな技術を創造すると共に人類が直面する諸課題を着実に解決する「応用研究」、その双方の均衡の取れた発展を目指すことが重要である。基礎研究と応用研究、さらに両者を連結する目的指向型研究または課題解決型研究の将来像全体を俯瞰することによって初めて、我が国の科学・技術の発展の道程を示すことができる。本報告ではこのような観点に立ち、理学・工学の幅広い専門領域及び融合領域から多数の科学者が参加して、ビジョンとロードマップの形でまとめてある。現代社会の直面する諸問題に対して我々の科学・技術が力不足であることは否めないが、我々の生活が科学・技術の進歩によって支えられていることも事実である。科学が社会の発展に貢献し社会の将来を約束するためには、担い手となる科学者の高い見識と志、そして高い責任感と倫理観が必要であるとの自覚のもと、本報告を公表する。

## <参考文献>

- [1] 日本学術会議第三部、報告「理学・工学分野における科学・夢ロードマップ」、2011年8月24日。  
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/kohyo-21-h132.html>
- [2] 日本学術会議 日本の展望委員会 理学・工学作業分科会、提言「日本の展望－理学・工学からの提言－」、2010年4月5日。  
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-21-tsoukai-3.pdf>
- [3] 閣議決定、「科学技術基本計画」、2011年8月19日。  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/science/detail/\\_icsFiles/afieldfile/2011/08/19/1293746\\_02.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/detail/_icsFiles/afieldfile/2011/08/19/1293746_02.pdf)
- [4] (株)KRI・横断型基幹科学技術研究団体連合、「学会横断型アカデミック・ロードマップ報告書」経済産業省平成19年度技術戦略マップローリング委託事業（アカデミック・ロードマップ作成支援事業）、2008年3月。  
[http://www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu\\_kakushin/kenkyu\\_kaihatu/19fy-pj/oudan.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu_kakushin/kenkyu_kaihatu/19fy-pj/oudan.pdf)
- [5] 横断型基幹科学技術研究団体連合、「分野横断型科学技術アカデミック・ロードマップ報告書」経済産業省平成20年度技術戦略マップローリング委託事業（分野横断型科学技術アカデミック・ロードマップ作成支援事業）、2009年3月。  
[http://www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu\\_kakushin/kenkyu\\_kaihatu/20fy-pj/oudan2.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu_kakushin/kenkyu_kaihatu/20fy-pj/oudan2.pdf)
- [6] 文部科学省 HPCI 計画推進委員会 今後のHPCI計画推進のあり方に関する検討ワーキンググループ、「今後のHPCI計画推進の在り方について（中間報告）」、2013年6月。  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shinkou/028/gaiyou/\\_icsFiles/afieldfile/2013/07/10/1337595\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shinkou/028/gaiyou/_icsFiles/afieldfile/2013/07/10/1337595_1.pdf)
- [7] 日本学術会議 総合工学・機械工学合同 計算科学シミュレーションと工学設計分科会、報告「ものづくり支援のための計算力学シミュレーションの品質保証に向けて」、2011年4月28日。  
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-21-h123-2.pdf>
- [8] 日本学術会議 総合工学・機械工学合同 計算科学シミュレーションと工学設計分科会、報告「ものづくり分野におけるスーパーコンピューティングの推進」、2011年9月30日。  
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-21-h135-2.pdf>
- [9] 日本学術会議 科学者コミュニティーと知の統合委員会、対外報告「提言：知の統合－社会のための科学に向けて－」、2007年3月22日。  
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-20-t34-2.pdf>
- [10] 日本学術会議 機械工学委員会 機械工学分野の参照基準検討分科会、報告「大学教育

の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準機械工学分野」、2013年8月19日。

<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-h130819.pdf>

- [11] 日本学術会議 機械工学委員会 機械工学ディシプリン分科会、報告「人と社会を支える機械工学に向けて」、2009年6月25日。

<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-21-h79.pdf>

- [12] 日本学術会議 機械工学委員会 報告「機械工学分野の展望」、2010年4月5日。

<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-21-h-3-8.pdf>

- [13] 日本学術会議機械工学委員会 生産科学分科会、報告「21世紀ものづくり科学のあり方について」、2008年9月18日。

<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-20-h64-2.pdf>

- [14] 日本機械学会、「大震災に学ぶ工学のあり方に関する提言」、2014年2月12日。

<http://www.jsme.or.jp/teigen/teigk02.html>

- [15] 日本医療情報学会、「一般社団法人日本医療情報学会活動方針：医療情報学的課題と日本医療情報学会としての役割」、2014年6月5日。

<http://jami.jp/about/policy.pdf>

## <参考資料 1> 審議経過

平成 24 年

- 7 月 19 日 日本学術会議第三部会 (第 3 回)  
夢ロードマップについて
- 10 月 9 日 日本学術会議第三部会 (第 4 回)  
夢ロードマップについて

平成 25 年

- 4 月 3 日 日本学術会議第三部会 (第 5 回)  
夢ロードマップについて
- 8 月 1 日 日本学術会議第三部会 (第 6 回)  
夢ロードマップの準備状況報告
- 10 月 3 日 日本学術会議第三部会 (第 7 回)  
夢ロードマップの進め方について

平成 26 年

- 4 月 11 日 日本学術会議第三部会 (第 8 回)  
夢ロードマップの進め方と内容について  
理学・工学分野における夢俯瞰マップ
- 7 月 11 日 日本学術会議第三部会 (第 9 回)  
報告「理学・工学分野における科学・夢ロードマップ 2014(夢ロードマッ  
プ 2014)」について
- 月○日 日本学術会議幹事会 (第○回)  
報告「理学・工学分野における科学・夢ロードマップ 2014(夢ロードマッ  
プ 2014)」を承認

〈参考資料2〉理学・工学分野における科学・夢俯瞰マップ（技術）

