

電子・通信工学研究連絡委員会報告

——通信工学の体系化に向けて——

昭和63年7月15日

日本学術会議

電子・通信工学研究連絡委員会

この報告は、第13期日本学術会議電子・通信工学研究連絡委員会の審議結果を取りまとめ発表するものである。

- 委員長 城水元次郎（富士通㈱）
- 幹事 戸田 巖（日本電信電話㈱）
- 委員 猪瀬 博（学術情報センター）
- 植之原道行（日本電気㈱）
- 岡村 総吾（東京電機大学）
- 金子 尚志（㈱日本電気）
- 熊谷 信昭（大阪大学）
- 黒川 兼行（㈱富士通）
- 坂井 利之（京都大学）
- 桜井 良文（摂南大学）
- 末松 安晴（東京工業大学）
- 菅野 卓雄（東京大学）
- 滝 保夫（東京理科大学）
- 鶴島 稔夫（電子技術総合研究所）
- 中原 恒雄（住友電工㈱）
- 永井 淳（㈱東芝総合研究所）
- 西澤 潤一（東北大学）
- 平山 博（早稲田大学）
- 松本 正（北海道工業大学）
- 渡辺 宏（㈱日立製作所）

通信工学の体系化に向けて

1. まえがき

通信工学とは何か、通信工学の学問体系の根幹をなすものは何かということについて、ある程度の共通の解釈はあるにしても、明確な規定がある訳ではない。一般的には、音声、データあるいは映像などの伝達を通信としてとらえているが、伝達する情報と伝達方法の多様化、通信における制御の比重の増加は電気通信技術を変革し、通信の概念を拡げている。一方、コンピュータ技術、半導体技術等の急速な進展に伴い、通信工学とこの関連する技術分野（特に情報工学、電子工学）との関係は相互に密接に入り組んでいる。

日本学術会議電子・通信工学研究連絡委員会は第13期（昭和60年7月～63年7月）の活動として通信工学の体系化を採り上げた。本文はその審議結果をまとめたものであり、その意図したことは以下である。

- i) 通信工学の学問体系として基本的なものを明確にし、大学等における通信工学関連のカリキュラム設定に役立てたい。
- ii) 通信工学、電子工学と情報工学との関係に包括的視点からの領域構造を示し、相互の学問体系の関連の認識に役立てる。
- iii) 通信、電子および情報工学のような進展の著しい学問・技術分野においては、学問の体系化が進まぬまま技術が進展している。このため、論文の発表等に際して新概念の提案か、表現方法の違いかの混乱を生じており、技術の相互の位置づけを示す体系化が必要となっている。

学問・技術の体系化はその視点により、いろいろな体系化がありうる。そしてまた、どれが正しいと確定できるものでもない。しかし、概念、分類、定義等の一般化を図ることにより学術は進歩するものであり、必要な活動と考える。

日進月歩のこの分野の学問体系を固定化することは容易ではないが、本報告では通信工学を構成する技術要素とその相互関係を、現時点での関係の強さに従って整理している。

2. 通信工学の対象

通信工学の体系を論ずる前に先ず”通信(telecommunication)”および”通信工学(telecommunication engineering)”なる言葉の意味を振り返ってみる。

文献(1)、(2)によると、「ある空間における表現を他の空間において再現するために、電気手段を利用し、それを媒介として、その表現の情報の伝送、再現、交換および変換を行う通信方式を電気通信といい、それに関する工学を電気通信工学、または単に通信工学という」とある。この定義の範囲では情報の中味に立ち入ってその意図する内容のみを伝えるようなことは通信の範疇に入っていない。

しかし今日では、情報の内容・形式を変更することなく送り手から受け手に伝える狭い意味の通信のみならず、情報の内容は変えないが、形式を変換して伝える通信、更には情報の内容・形式を変換して伝える通信が具体的に登場してきている。従って、通信工学とは「情報の伝達とそれに関連する処理機能に関する学問・技術を対象とする工学」と言うことができよう。ここで、伝達とは情報の内容・形式を変

更することなく伝える機能であり、狭義の通信機能はこれに該当する。これに対して、伝達に関連する処理機能とは情報の形式・内容の変更をも含むもので、符号・フォーマットの変換程度から自動翻訳に至るまで通信と情報処理との間に明確な境界はない。しかし、通信工学と情報工学との重複の混乱をさけるため、ここでは情報の内容は変えずに形式を変えるものまでを通信処理として通信工学の範囲に含めるものとする。

一方、システム制御についても通信システムの制御へのプログラム制御の導入、情報処理システムのリアルタイムオンライン化などが進むにつれて、通信と情報処理とは一体になって使われるようになり、その技術に関して情報工学と通信工学との境界領域を明確にすることは困難になってきている。

また、これらとは対象は独立であるが、主として電気用材料の電子的物性の解明とそれを利用した部品の開拓、応用に関する技術分野を対象とした電子工学 (electronics) も通信システムを構成するための技術として通信工学と切り離すことのできない重要な関連分野である。

3. 工学の体系

体系には、方法論的体系と研究目標的体系がある。前者は設計者あるいは教育向きであり、後者は研究者向きといえることができる。本報告では前者の立場をとり、“工学体系”を「その時代に於いて共通認識を得ている技術+をその概念の意味ないしは機能的な近さの関係に従って整理したもの」と定義する。この意味において、研究の対象にはなっているが共通認識を得るに到っていない技術、および技術の適

用対象としての応用システムは現時点の工学体系の項目には含めない。

学問・技術の体系として具備すべき条件は次の4点であろう。

- i) 共通認識を得ている技術を特定できる分類であること。
- ii) 各項目の位置づけが明確であり、各項目間の関係が明らかであること。
- iii) 対象範囲内を精粗なく、網羅していること。
- iv) まとめられた体系は教育や研究に適応できる単位で構成されていること。

4. 既存の体系

既存の通信工学体系に該当するものには、方法論的体系の代表例として電子通信ハンドブックと大学カリキュラムがあり、研究目標的体系の例としては電子情報通信専門分野分類がある。

これらの既存体系は次の点で不十分である。

- i) 単に、技術を応用分野別あるいは機能別にグループ分けしたところがあり、学問、技術と応用の境界が明確でなく、階層的に関連づけられていない。
- ii) 技術の適用対象としての応用システムをも含めている。

* "技術"とは「ある目的に対してそれを実現するために依拠すべき自然法則性」をいう⁽³⁾。そして客観的法則性のあるものを"技術"、主観的法則性のあるものを"技能"と区別することもあるが、ここでは両者を含めて"技術"という。

iii) 他の工学分野との相互関係が明確でない。

また、日本十進分類法（NDC）、国際特許分類（IPC）などもひとつの体系と見ることが出来るが、通信工学の範疇とその構成技術および各構成技術相互の関連を見るには不十分である。

なお、情報工学に関しては、「情報工学の学問体系のあり方に関する研究」（代表：田中幸吉阪大教授）がある⁽⁴⁾。

5. 新体系化に向けての視点

(1) 基本的視点

次の2つの視点から通信工学の体系化を考える。

A. 通信関連の学問・技術の階層構成

B. 通信システムの構成要素

まず、通信システムを構築するにあたっての技術の流れを見ると、図1のように、基礎理論、基盤技術、応用（システム、サービス）に階層的に分類できる。ここで、基礎理論は対象によらず関連ある任意の事象に適用したとき、それが一般に成立するような普遍性のある学問認識であり、基盤技術とは、ある目標に対して実際にそれを実現するための要領である。また、応用はこれらを適用してできるシステムおよびサービスであるが、前述のとおり応用は工学体系に含めない。

次に、通信システムの構成要素の視点から分類すると、

通信システム = マンマシンインタフェース
+ 伝達システム
+ 処理システム

ととらることができる。図2は、これらを支える共通基礎理論、エレクトロニクスと合わせて各構成要素を分類したものである。

(2) 通信工学の技術要素と相互関連

図2の通信システムを構成する要素を実現するのが技術であり、その技術は図1のように階層化されている。従って、図1と図2を統合し、前記定義に従って通信工学を構成する技術要素の相互関係を表すと図3が描ける。

ここで、通信工学と情報工学あるいは電子工学の双方に関係するが、通信工学として必須な項目は通信工学の主分野内に位置付け、他の関連項目はそれぞれの工学分野内に配置した。また、各分類項目のうち基礎理論に相当するものは点線で囲み、基盤技術に相当するものは実線で囲んである。

なお、放送、レーダなども通信システムの一つであるが、応用システムであり本体系には含めていない。

6. 研究・教育分野との関係

本体系の視点は前述のとおりであるが、研究・教育の対象分野との関係を整理すると図4のように表せる。これより、次の指針を示すことができよう。

- i) 普遍的技術に成り得ている学問領域、即ち通信理論、情報理論、電磁気学等の基礎理論（図4⑤）及び伝送方式、情報源符号化技術、半導体材料技術等の基盤技術（同④）は最低限の教育対象であろう。これは殆ど全ての大学の通信系学科では行われているようである。
- ii) 工学としては古くかつ重要だが、学問としての体系化が十分では

ない分野（例えば、交換方式、プログラム技術、計算機アーキテクチャ、図4②）についても教育の対象とし、それと同時に体系化のための研究を推進する必要がある。

iii) まだ新しい工学分野であり、学問としての体系化未了の分野（例えば、通信処理、光エレクトロニクス等、図4③）については、体系化のための研究推進、及び教育への展開を図る必要がある。

iv) 技術の適用対象として学会の研究会なども設置されている分野であるが、技術的普遍性を得ることが困難とみなされる分野（例えば、CAD、オフィスシステム等、図4①）についても要素技術を抽出し、体系化を図ることが重要である。

7. むすび

この種の体系は単なる分類とは異なり、時代とともに大きく変化する性質がある。従って、本文では通信工学を構成する技術要素とその相互関係を現時点での関係の強さに従って整理し、電子工学、情報工学との領域構造を示した。これは体系と呼ぶには十分ではないが、敢えて提案して諸賢の御批判を仰ぐ次第である。

なお、本研究連絡委員会では、引続き電子工学についても体系化の検討を進めており、まとめ次第報告を予定している。

本検討は第13期日本学術会議電子・通信工学研究連絡委員会で行われたものであり、その委員以外で協力を得た方は以下の通りである。

秋山稔 (東京大学)

辻井重男 (東京工業大学)

富永英義 (早稲田大学)

菱沼千明 (日本電信電話(株))

廣田憲一郎 (未来工学研究所)

安田靖彦 (東京大学)

沢辺栄一 (NHK放送技術研究所)

参考文献

- (1) 関英男: 「通信についての語義的考察」情報の科学I, 視聴覚情報研究会編, ラチス刊, 昭42
- (2) 角川正: 「近代通信工学概論」近代通信工学大講座1, 電気書院, 昭47
- (3) 星野芳郎: 「技術の体系」岩波講座基礎工学9, 岩波書店, 昭46
- (4) 田中幸吉: 「情報処理に関する学問体系」情報処理 Vol.21, no.5, 1980

応
用

(システム)	(サービス)
電話網 ファクシミリ網	電話サービス 会議電話
データ交換網	移動体電話 番号案内
ビデオテックス網 I S D N	パソコン通信 テレテックス
コンピュータネットワーク	ファクシミリ通信 放送
データ通信システム 衛星通信	伝言ダイヤル T V 会議
高速広帯域通信系 衛星放送	データベースサービス
移動通信システム	バンキングサービス
LAN 放送網 C A T V	テレコントロールサービス
事業所通信システム etc	テレメータ データ放送 etc

基
礎
技
術

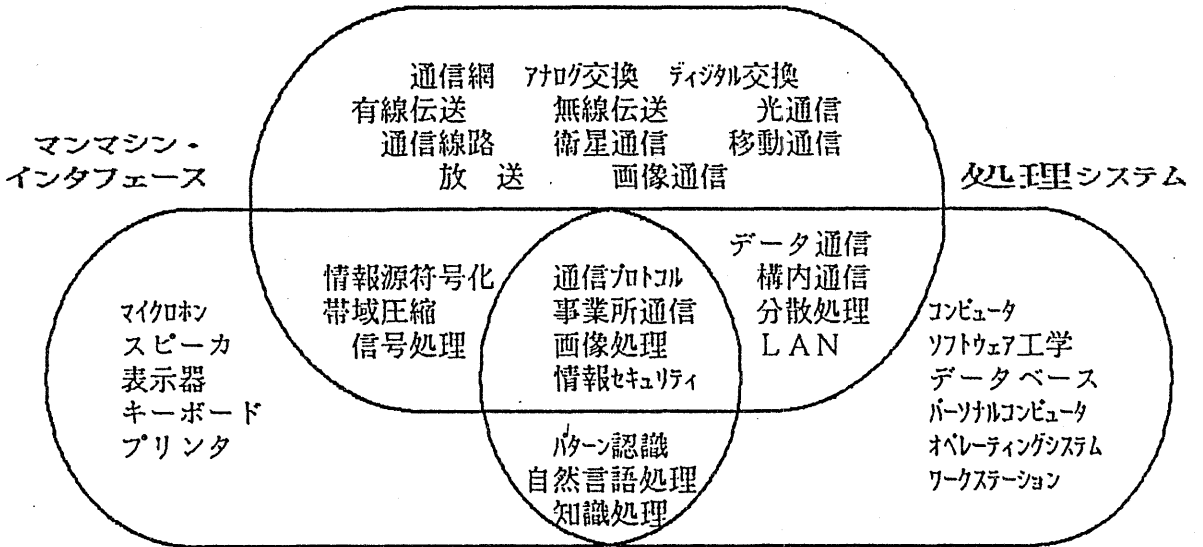
伝送方式	通信網構成技術	通信処理技術	知能処理技術
情報源符号化技術	交換方式	マンマシンインタフェース技術	
デジタル信号処理技術	電子デバイス技術	計算機アーキテクチャ	情報管理技術
光エレクトロニクス技術	電子材料技術	集積回路技術	プログラム技術

基
礎
理
論

通信理論・信号理論	音響・振動理論	情報理論・符号理論	画像理論
トラヒック理論	計画設計論	システム理論	ソフトウェアサイエンス
電磁波論	固体物理	測定論	電子回路
電磁理論	物理学	量子力学と統計力学	論理回路
		数学	計算理論
			電気回路理論

図1 通信関連技術の階層化の観点から見た分類

伝達システム

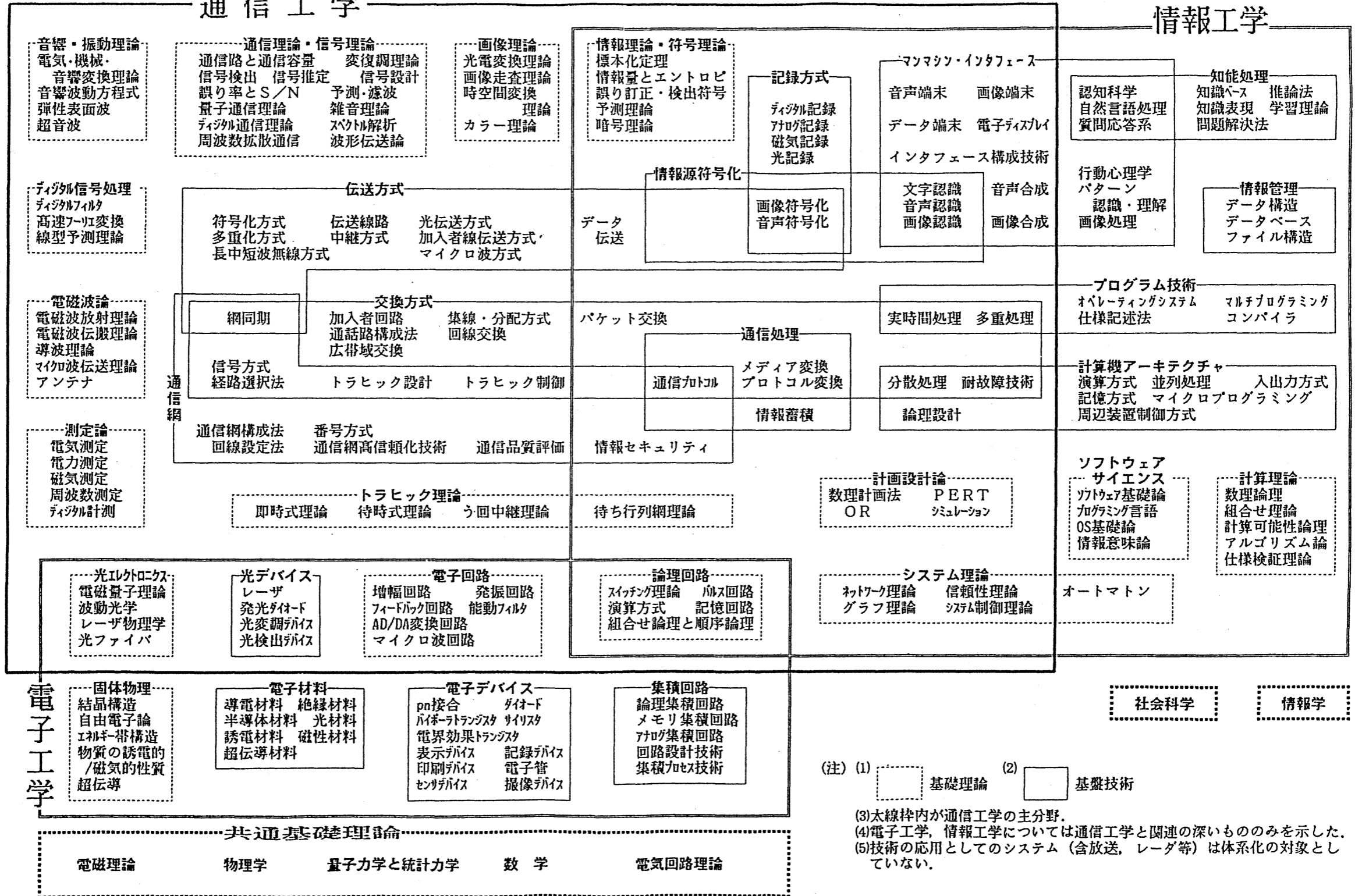


共通基礎理論		エレクトロニクス	
- 数学	- 情報理論・符号理論	- 固体物理	- 光エレクトロニクス
- 物理学	- 通信理論・信号理論	- 電子材料	- 光デバイス
- 電磁理論	- システム理論	- 電子デバイス	- 電子回路
- 電気回路理論	- ソフトウェアサイエンス	- 集積回路	- 論理回路

図2 通信システムの構成要素からみた分類

通信工学

情報工学



(注) (1) 基礎理論 (2) 基盤技術

(3)太線枠内が通信工学の主分野。
 (4)電子工学, 情報工学については通信工学と関連の深いもののみを示した。
 (5)技術の応用としてのシステム (含放送, レーダ等) は体系化の対象としていない。

図3 通信工学の体系と分野関連図

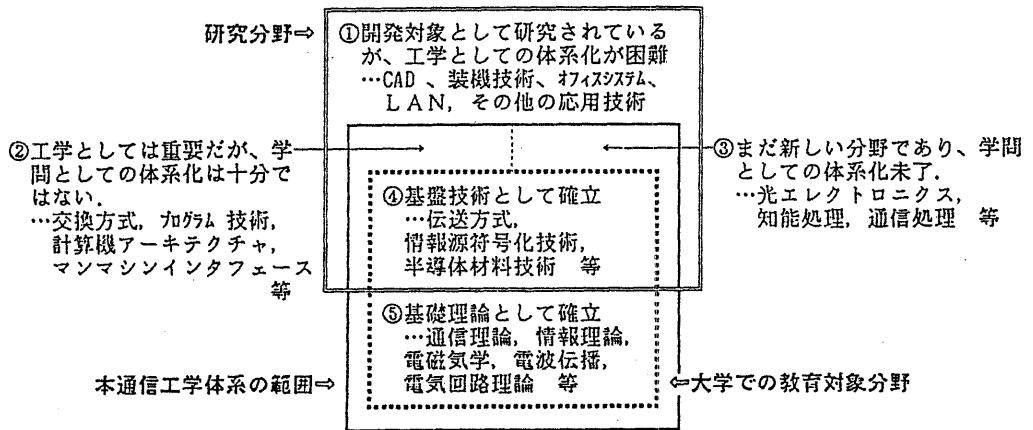


図4 通信工学体系の範囲と研究/教育分野の関連図