

報告

情報教育課程の設計指針 ―
初等教育から高等教育まで



令和2年（2020年）9月25日

日本学術会議

情報学委員会

情報学教育分科会

この報告は、日本学術会議情報学委員会情報学教育分科会の審議結果を取りまとめ公表するものである。

日本学術会議情報学委員会情報学教育分科会

委員長	萩谷 昌己	(連携会員)	東京大学大学院情報理工学系研究科教授
副委員長	徳山 豪	(第三部会員)	関西学院大学理工学部教授
幹事	岩崎 英哉	(連携会員)	電気通信大学大学院情報理工学研究科教授
	谷口倫一郎	(第三部会員)	九州大学大学院システム情報科学研究院教授
	乾 健太郎	(連携会員)	東北大学大学院情報科学研究科教授
	今井 桂子	(連携会員)	中央大学理工学部情報工学科教授
	岩田 誠	(連携会員)	高知工科大学教授
	上田 和紀	(連携会員)	早稲田大学理工学術院教授
	大場みち子	(連携会員)	公立はこだて未来大学教授
	大堀 淳	(連携会員)	東北大学電気通信研究所教授
	亀井 清華	(連携会員)	広島大学大学院工学研究院准教授
	河原 達也	(連携会員)	京都大学大学院情報学研究科教授
	来住 伸子	(連携会員)	津田塾大学学芸学部情報科学科教授
	住井英二郎	(連携会員)	東北大学大学院情報科学研究科教授
	高木 直史	(連携会員)	京都大学大学院情報学研究科教授
	高橋 和子	(連携会員)	関西学院大学理工学部教授
	永井由佳里	(連携会員)	北陸先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科 (ヒューマンライフデザイン領域) 教授
	長谷山美紀	(連携会員)	北海道大学大学院情報科学研究科教授
	松井 知子	(連携会員)	統計数理研究所教授
	湊 真一	(連携会員)	京都大学大学院情報学研究科教授
	美馬のゆり	(連携会員)	公立はこだて未来大学教授
	久野 靖	(特任連携会員)	電気通信大学大学院情報理工学研究科教授

本報告の作成にあたり、情報処理学会情報処理教育委員会の協力を得た。

委員長	萩谷 昌己	東京大学大学院情報理工学系研究科教授
副委員長	佐渡 一広	群馬大学社会情報学部教授
幹事	辰己 丈夫	放送大学教授
幹事	松永 賢次	専修大学ネットワーク情報学部学部長
理事	佐藤 真一	国立情報学研究所教授

理事	高橋 尚子	國學院大學経済学部教授
	石川 洋	新潟国際情報大学経営情報学部教授
	稲垣 知宏	広島大学情報メディア教育研究センター教授
	植原 啓介	慶應義塾大学環境情報学部准教授
	上松恵理子	武蔵野学院大学准教授
	大岩 元	慶應義塾大学名誉教授
	角田 博保	東京都立産業技術高等専門学校非常勤講師
	筧 捷彦	情報オリンピック日本委員会理事長
	掛下 哲郎	佐賀大学工学部准教授
	加藤 浩	放送大学教授
	金寺 登	石川工業高等専門学校教授
	兼宗 進	大阪電気通信大学工学部教授
	久野 靖	電気通信大学大学院情報理工学研究科教授
	斎藤 俊則	星槎大学大学院教育実践研究科准教授
	酒森 潔	産業技術大学院大学名誉教授
	高岡 詠子	上智大学工学部教授
	高田 眞吾	慶應義塾大学工学部教授
	長尾 和彦	弓削商船高等専門学校教授
	中谷多哉子	放送大学教授
	中山 泰一	電気通信大学大学院情報理工学研究科教授
	松澤 芳昭	青山学院大学社会情報学部准教授
	美馬のゆり	公立はこだて未来大学教授
	和田 勉	長野大学企業情報学部教授

本報告の作成にあたり、以下の職員が事務を担当した。

事務	松室 寛治	参事官（審議第二担当）
	五十嵐久留美	参事官（審議第二担当）付参事官補佐
	加藤 雅之	参事官（審議第二担当）付審議専門職付

要 旨

1 作成の背景

情報学はメタサイエンス（複数分野の科学に共通して必要な学問）として、すべての諸科学の基盤の一つと考えられ、また、市民の一人一人が情報技術に関する知識を背景として、情報社会の制度や情報倫理に関する見識を有していることが望まれる。

2 現状及び問題点

平成 28 年に公開した「情報学分野の参照基準」では、情報学のみならず、学術全般の専門課程に対する、メタサイエンスとしての情報学の基礎教育の記述を行い、さらに、初等中等教育から大学の教養教育に至る教育課程における情報教育について述べている。しかしここでは、基本的な考え方のみを示しており、各教育段階におけるより詳細な情報教育の指針を与えることは重要な課題であった。

3 報告の内容

本報告では、初等中等教育、および高等教育における共通教育ならびに専門基礎教育までの各段階について、情報学のうちから何を学ぶことが望まれるかを検討し整理している。本報告は、情報教育の共通の物差しとして、各学校等の教育現場において情報教育に携わる者、情報教育を設計・評価する者が、自らの学校段階の情報教育と隣接する学校段階や大学での専門分野における情報教育の関係について検討する際の指針として、また、情報教育全体（もしくはその一部）を設計する者が体系化の手段として用いることを期待する。

情報学は情報教育の基盤となる学問であるため、本報告では情報学分野の参照基準をもとに情報教育の指針を策定した。特にそれぞれの指針と参照基準が定める知識、ジェネリックスキル、専門的能力との対応を明確にした。一方、参照基準が情報学の理想像を志向しているのに対して、本報告は現行の教育課程に基づいており、情報教育に携わる者が活用できる現実的で具体的な指針を示している。

(1) 全体の枠組みおよび学士力・情報学の参照基準との関連

本報告は、初等中等教育から、大学の共通教育・専門基礎教育・普遍的事項の教育に至るまで、それぞれにおいて要求される能力を検討し、情報教育において待ち望まれていた教育課程の設計指針を示したものである。市民活動において現代社会に必要とされる水準で情報の学術と技術をすべての市民が適切に活用できることを目標に、さらに情報学の専門家や専門家と連携して情報社会を築ける高度人材の育成に接続できる教育の体系化という観点から、情報教育の体系化と教育現場で活用できる具体的な教育の指針を与える。検討の土台としては、専門課程としての情報学の内容・範囲を示す文書である「情報学分野の参照基準」、および、学士課程に共通する知識・理解・スキル・態度・志向性を示した文書である「学士課程教育の構築に向けて(答申)」を用いた。このほか、文部科学省が公開している学習指導要領・教育要領ならびにその解説を参照した。

(2) 学習内容・学習水準・学習方法の整理の枠組み

学習内容については、情報学固有の知識・理解とジェネリックスキルを区別せず、近いものをグループ化して 11 カテゴリとして整理した。結果として、11 カテゴリのうち 8 カテゴリは狭い意味で情報教育と一般に捉えられているものであり、これらは以下の 5 領域①～⑤に分けられる。残り 3 カテゴリはジェネリックスキル⑥と位置付けられる。

- ① 情報とコンピュータの仕組み：情報およびコンピュータの原理
- ② プログラミング：モデル化とシミュレーション・最適化、計算モデル的思考、プログラムの活用と構築
- ③ 情報の整理や作成・データの扱い：情報の整理と創造、データとその扱い
- ④ 情報コミュニケーションや情報メディアの理解：コミュニケーションとメディアおよび協調作業
- ⑤ 情報社会における情報の倫理と活用：情報社会・メディアと倫理・法・制度
- ⑥ ジェネリックスキル：論理性と客観性、システムの思考、問題解決

学習水準はカテゴリごとに、具体的な内容を「初歩的・初等中等の早い発達段階で扱えるもの」から「高度・高等教育で扱えるもの」の順に並べ、それぞれに学校段階と科目を示す略称を記載し、小学校から大学まで体系的な情報教育の実施方針を示している。

学習方法は、高等学校までについては学校段階ごとに整理し、大学については 5 つの専攻グループごとに簡潔に概要を示した。

(3) 学習内容・学習水準・学習方法

11 のカテゴリごとに、そこに含まれる個別の内容およびレベル分けを説明した後、そのカテゴリの各内容の、各学校段階で想定される具体的な取り扱いを記していく。教育の進行と承継の俯瞰を与えるため、以下に、上記の 5 領域それぞれに対し各学校段階における到達目標の概要を記す。

情報とコンピュータの仕組みについては、小学校では体験を中心とし、中学校で原理や具体的機構を学び、高等学校では複数のシステムの協調動作までを扱う。

プログラミングは、小学校で基礎的な作成体験を持ち、中学校で論理的な考え方とコード構築に進み、高校で問題解決やシステム等実用的なものまでを学ぶ。

情報の整理や作成・データの理解や扱いは、小学校では基礎的な操作と国語・算数等の科目で扱う基本技能の範囲で学び、中学校で論理的かつ体系だった取り扱いに進み、高等学校では情報機器を用いた情報・データの収集・整理・分析・活用を扱う。

情報コミュニケーションや情報メディアの理解は、小学校では基本概念の認識と安全教育までを扱い、中学校で自分を客観化した他者とのやりとりの理解まで進み、高等学校でコミュニティや集団活動の文脈までを扱う。

情報社会における情報の倫理と活用は、小学校では規律や道徳的事項の範囲で扱い、中学校で法制度と倫理的判断を学び、高等学校でジレンマや社会的問題を扱う。

いずれの内容も、高等教育ではこれらが社会にどのような意味や影響をもたらすか考えさせ、さらにその検討に基づき、よりよい個人生活や社会の実現までを扱う。

目 次

1	はじめに.....	1
2	検討の枠組.....	2
	(1) 全体の枠組みおよび学士力・情報学の参照基準との関連.....	2
	(2) 学習内容・学習水準・学習方法の整理の枠組み.....	3
3	学習内容・学習水準・学習方法.....	6
4	まとめ.....	20
	<参考文献>.....	21
	<参考資料1>審議経過.....	22
	<参考資料2>シンポジウム開催.....	23
	<参考資料3>全体方針と学習内容のまとめ.....	24
	<参考資料4>学校段階ごとの補足説明.....	26
	1 捕捉説明に関する注記.....	26
	2 入学前教育.....	26
	3 小学校段階.....	27
	4 中学校段階.....	27
	5 高等学校段階.....	28
	6 高等教育段階.....	28
	<参考資料5>情報学の参照基準における各項目の再掲.....	36
	<参考資料6>用語集.....	38

1 はじめに

情報学分野の参照基準[1]でも述べられているように、情報学はメタサイエンス[2]（複数分野の科学に共通して必要な学問）として、すべての諸科学の基盤の一つと考えられ、市民の一人一人が情報技術に関する知識を背景として、情報社会の制度や情報倫理に関する見識を有していることが望まれる。そのために情報学分野の参照基準では、情報学以外の専門課程における基礎教育（専門基礎教育）、さらに初等中等教育から大学の共通教育に至る教育課程における情報教育について述べているが、そこでは基本的な考え方を示すにとどまっており、各教育段階での教育内容について詳細な検討を行っているわけではない。

本報告では、初等中等教育、および高等教育における共通教育・専門基礎教育ならびに卒業研究やゼミ等を通じた教育までの各段階について、情報学のうちから何を学ぶことが望まれるかを検討し整理している。以下本報告では、高等教育における共通教育・専門基礎教育・専門教育などの区別にとらわれず、卒業研究等も含めて、すべての学生が学士たるために学ぶ内容を「普遍的事項」と記す。

冒頭で記した情報学の特質により、初等中等段階から高等教育の共通教育・専門基礎教育・普遍的事項の教育に至るすべての段階における様々な教科・科目・行事の中で、「情報」に係わる教育が行われている。また、論理的思考や問題解決といったジェネリックスキルの育成も、決して「情報」を専門に扱う教科・科目に限定されるものではなく、多くの教科・科目・行事の目標とされている。

一方、初等中等教育で「情報」を専門に扱う教科・科目は、中学校の技術科（情報分野）と高等学校の情報科に限られる。小学校では「情報」を専門に扱う教科は存在しないが、2017年告示学習指導要領では、プログラミング等の「情報」に係わる教育が、既存の教科および総合的学習の時間において行われることを定めている。

本報告では、各教育段階において多様な形態で行われている「情報」に係わる教育を整理するとともに、その「あるべき姿」をまとめることを目標としている。そしてその中で、特に情報教育として認識されている教育内容、具体的には、大学における情報学の共通教育・専門基礎教育・普遍的事項の教育、高等学校の情報科、中学校の技術科（情報分野）、および、小学校におけるプログラミング等を中心にして、それらの教育内容を位置づけている。本報告は、情報教育の共通の物差しとして、各学校等の教育現場において情報教育に携わる者、情報教育を設計・評価する者が、自らの学校段階の情報教育と、隣接する学校段階や、大学での専門分野における情報教育の関係について検討する際の指針として、また、情報教育全体（もしくはその一部）を設計する者が体系化の手段として用いることを期待する。

「大学の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 情報学分野[1]」（以下「参照基準」と記す）は情報学を定義し、大学の学士課程における情報学の専門教育を定めている。情報学は情報教育の基盤となる学問であるため、本報告では情報学分野の参照基準をもとに情報教育の指針を策定した。一方、参照基準が情報学の理想像を志向しているのに対して、本報告は現行の教育課程に基づいており、情報教育に携わる者が活用できる現実的で具体的な指針を示している。

2 検討の枠組

(1) 全体の枠組みおよび学士力・情報学の参照基準との関連

本報告では、初等中等教育から、大学の共通教育・専門基礎教育・普遍的事項の教育に至るまで、それぞれにおいてどのような能力が要求されているのかを検討する。

検討の土台としては、専門課程としての情報学の内容・範囲を示す文書である「参照基準」、および、学士課程に共通する知識・理解・スキル・態度・志向性を示した文書である「学士課程教育の構築に向けて(答申)[3]」(以下「学士力」と記す)を用いた。このほか、初等中等教育・幼児教育の各学校段階については文部科学省が公開している2017・2018年告示学習指導要領[4][5][6](幼稚園にあたっては教育要領[7])ならびにその解説を参照した。高等学校「情報」学習指導要領解説は[8]にある。またその考え方については[9]を参考にした。各国の情報教育との比較やわが国の情報教育体系の検討については[10]、[11]を参考とした。

「学士力」は学士課程共通の学習成果に関する参考指針として、Ⅰ.知識・理解、Ⅱ.ジェネリックスキル(汎用的技能)、Ⅲ.態度・志向性、Ⅳ.総合的な学習経験と創造的思考力の4分類を挙げている。(1)Ⅰの知識・理解については(当然ながら)情報学に関する具体的な記載がない。(2)Ⅱ～Ⅲについても、専門教育までを含んだ学士取得時の水準について言及するものであり、本報告が対象とする大学普遍教育・専門基礎教育・普遍的事項の教育と範囲が異なる。したがって、これら4分類を本報告の目的に照らして活用しようとした場合、(1)と(2)の2つの点に対応する必要がある。

(1)については、「参照基準」からすべての大学生が学ぶべきだと考える情報学の内容を取り入れた。(2)については、やはり「参照基準」をもとに、学士として社会に出た段階で専門分野に関わらず共通に必要なとされる水準までを、普遍的事項として学ぶ内容に含める形で対応した。

「参照基準」では情報学に固有の知識を5項目に、情報学を学ぶことで獲得されるジェネリックスキルを6項目に、情報学を学ぶ学生が獲得すべき専門的能力(情報学に固有の能力)を3項目に分類している。「参照基準」との対応づけを明確にするため、本報告ではこれら14項目に分類名称を付して各内容との関連を明示した。分類名称の割り当てについては、参考資料5を参照されたい。本報告では詳細な内容分類ごとに各ジェネリックスキルとの対応を記載し、結果としてこれらの情報学分野から見た細分化を提案するが、他分野の観点での分類に言及するものではない。また、「学士力」ではジェネリックスキルをⅡと狭く定めているが、本報告ではそれとは分けて記されているⅢ、Ⅳも「参照基準」に合わせてジェネリックスキルに含めた。

内容・水準の列挙に際しては、それぞれの専門課程の中で学ぶことが相当と考える部分まで含めて列挙してある。これはその方が水準としての「区切り」がよく、上記(1)、(2)の統一的な目標水準を設定しやすいからである。この目標水準は「どの分野でも等しく達成すべき」ものであり、加えてそれぞれの専門課程ごとにその必要に合わせて、この水準を超えて深く学ぶことになる。

この目標水準を設定した上で、大学については専門分野を複数のグループに分け、そ

それぞれのグループごとに共通教育で学ぶ内容・専門課程の中で専門基礎教育として学ぶ内容・普遍的事項として卒業研究やゼミ等で学ぶ内容を区分した。この区分のされ方がグループごとに異なる理由は、共通教育に宛てられる時間数に限りがあることと、専門課程の中で学ぶ事項は共通教育で扱わなくて済む場合があるためである。

高等学校については、内容・水準を、高等教育に進む生徒に求められるものと、全員に求められるものに区分した。これらは情報科における選択科目と必修科目の範囲に相当するが、内容・水準は「あるべき姿」に基づき定めたものであり、2018年告示学習指導要領における選択科目・必修科目の内容と一致させてはいない。

中学校・小学校については、その学校段階で全員が身につけるべき内容・水準を記した。入学前教育については、全員が受けるわけではないので、小学校以降の体系とは分け、参考資料4で望まれる内容について整理することとどめた。

(2) 学習内容・学習水準・学習方法の整理の枠組み

次の3節では、前節で整理した「学士力」「参照基準」をゴールとして、それらに接続するように、初等中等教育、大学共通教育・専門基礎教育・普遍的事項の教育で扱うべき学習内容・学習水準を整理する。大学の部分では、専門分野のグループごとに共通教育・普遍的事項の教育で扱う部分と専門課程に委ねる部分の区分を示す。

学習内容については、情報学固有の知識・理解とジェネリックスキルを区別せず、近いものをグループ化して、表1の11カテゴリ（参照のため英字の記号を付した）として整理した。これは、初等中等段階では「コンピュータとは何かという知識・理解がなければ、コンピュータを使って情報を整理するという汎用スキルも獲得できない」等、両者の関連性が強いためである。個別の項目ごとに、対応する「参照基準」の分類記号を付した。

11カテゴリは、初等中等教育および高等教育における共通教育ならびに専門基礎教育までを合わせ、情報教育において単独の概念として取り扱うことが適当と考える範囲を想定した上で、1カテゴリの記述が大きくなり過ぎないように分割し整理したものである。並び順は本質ではないが、3節の説明で自然に読める順を考慮して英字記号を付した。

11カテゴリのうちA～Hの8カテゴリは、狭い意味で情報教育と一般に捉えられているものであり、これらを5つの領域に分けて整理した。プログラミングについては、重要な用途であるモデル化とシミュレーション、論理的側面、実践的側面の3つに分割している。情報・データの扱いについては、情報全般としての扱いと、重要な用途であるデータ処理の2つに分割している。

I～Kの3カテゴリはジェネリックスキルが中心となることから、「総合情報処理能力」と記す。K（問題解決）は、高校情報科において問題解決を主要な内容として含めていることから、ここに含めた。I（論理的思考）、J（システムの思考）は、それぞれ「計算論的思考」「システムの設計・開発」という情報学の重要な内容を含むことから、ここに含めた。

学習水準については、それぞれのカテゴリについて、より具体的な内容を、おおむね

「初歩的・初等中等の早い発達段階で扱えるもの」から「高度・高等教育で扱えるもの」の順に並べてL1、L2、…の記号を付した。ただし並列性や分岐がある場合でも連番を振っているため、必ずしも直線的な順序関係ではなく、カテゴリ間での数字の大小は意味を持たない。また、記載された各内容をある学校段階で最初に扱うとして、その重要度によっては、より後の学校段階でもスパイラル的に繰り返し（おそらく、より深い内容と一緒に）扱うことが適切である。このような反復は、紙面の制約から記載していない。

各学習水準に対して、その水準の教育内容を把握できるように具体例を示してあるが、これはあくまで例示であり、学習指導要領のように教育内容を規定するものではない。

水準の各項目について、小学校・中学校で学ぶ部分は次の印を付した。これらは児童・生徒全員が学ぶ水準を表す。

- (小情)(中情) - 小学校で情報教育として、また中学校で技術・家庭科の技術分野で学ぶ内容。小学校・中学校に情報科が設置された場合はそこで扱うと想定される。
- (小他)(中他) - 前項以外のさまざまな科目において学ぶ内容。
- (小般)(中般) - 特定の科目内でなく、小学校・中学校の教育全体として学ぶ内容。高等学校において学ぶ部分は次の印を付した。(高選)以外は全員が学ぶことが望まれる水準を示す。

- (高必) - 高等学校の情報科の必修科目を通して全員が学ぶことが望まれる内容
- (高選) - 選択科目を通して高等教育に進む生徒が学ぶことが望まれる内容
- (高他) - 前項以外の科目において学ぶ内容。
- (高般) - 特定の科目内でなく、高校の教育全体として学ぶ内容。

高等教育については、次のように分類し記号を付した。

- (大情) - 大学共通教育（おもに1年次）の中で、主として情報科目として学ぶことが想定される内容。
- (大他) - 大学共通教育（おもに1年次）の中で、主として情報の科目以外の科目として学ぶことが想定される内容。
- (大普) - 普遍的事項。この内容は学士取得までに卒業研究やゼミなどを通じて身につけていくことを想定している。この内容も、どの専門でも共通であるが、ただし具体的な文脈（取り扱うテーマや細かいスタイルなど）は分野ごとに異なる。
- [専攻グループ名] - 専門基礎教育や専門教育において、各専攻分野ごとの題材で学ぶ内容。これは、専攻分野ごとに題材や扱い方が違うことを想定する。本報告では専攻分野を5つのグループに大別して整理している（下記参照）。

高等教育の専門基礎教育以降では、分野に応じて扱う内容が大幅に異なることから、おおまかに5つの専攻グループを設定し、グループごとに扱う内容を検討した。各分野の参照基準を参考とし、実際に各分野で行われている大学教育も調査した。具体的には、分科会委員の所属する大学の各分野において実際に行われている情報教育の調査を行い、演習等の部分的に情報教育を行っている科目も含めて、各分野の情報教育の傾向を分析した。また、情報処理学会が行った大学における情報教育に関する全国的な調査も

参照した[12, 13]。特に、情報学の共通教育では各分野で必要な情報教育も行われているので、共通教育の現状を参考とした[14]。以上を背景とし、各分野で行われている情報教育の類似性に基づいて、5つのグループを以下のように定めた。

- [哲法] - 哲学、法学、政治学等
- [言心] - 言語学・地理学・心理学等
- [生農] - 生物学・農学・医学等
- [社経] - 社会学・経済学・経営学等
- [理工] - 理学・工学等

学習方法については、詳細を示すことは分量から見て難しいため、大まかな方針を提案している。高等学校までについては、カテゴリごとの分類・レベル分けの後にまとめて(カテゴリ単位で)示し、学校段階ごとに区分して整理した。これは学習方法の場合、分類やレベルによる違いよりも、学習段階等による違いが大きいことが多いため、それらをカテゴリ内でまとめて述べる方が扱いやすいためである。大学については、(大情)と(大他)に分けた大学共通教育を「大学一般」に統合し、それと専攻グループ別の事項に対応する「大学専門」、及び(大普)に対応する「普遍的事項」の3つに分けて概要を示し、さらに参考資料4において専攻グループごとの詳細な補足を記した。

表1 情報教育における分野の分類 (用語は参考資料5を参照)

領域	カテゴリとその記号	情報学固有の知識	ジェネリックスキル	専門的能力
情報とコンピュータの仕組み	A. 情報およびコンピュータの原理	情報一般, 機械情報, 情報処理, 人間社会, システム	論理, 問題解決	倫理社会, システム
プログラミング	C. モデル化とシミュレーション・最適化	情報一般, 機械情報, システム	創造性, 論理, 問題解決	情報処理, システム
	E. 計算モデル的思考	情報一般, 機械情報	創造性, 論理, 問題解決	情報処理, システム
	F. プログラムの活用と構築	機械情報, 情報処理, システム	論理, 問題解決	情報処理, システム
情報の整理や作成・データの扱い	B. 情報の整理と創造	人間社会	創造性, 論理, コミュ, 主体性	
	D. データとその扱い	情報一般, 機械情報, 情報処理, 人間社会	創造性, 論理, 問題解決	情報処理, システム
情報コミュニケーションや情報メディアの理解	G. コミュニケーションとメディアおよび協調作業	情報一般, 機械情報, 人間社会	創造性, 問題解決, コミュ, チーム	倫理社会
情報社会における情報の倫理と活用	H. 情報社会・メディアと倫理・法・制度	機械情報, 人間社会, システム	論理, 問題解決, コミュ, チーム	システム, 倫理社会
(総合情報処理能力)	I. 論理性と客観性	機械情報, 人間社会, システム	論理, 問題解決, コミュ, チーム	倫理社会
	J. システム的思考	人間社会, システム	問題解決, コミュ	システム
	K. 問題解決		問題解決, チーム, 主体性	システム

3 学習内容・学習水準・学習方法

11 のカテゴリごとに、そこに含まれる個別の内容（A 1、A 2…のように番号を付した）、およびその中のレベル分け（L 1～L 4）を説明した後、そのカテゴリの各内容を各学校段階でどのように扱うことが想定されるかを記していく。

参考資料 3 では、特に各学校等の教育現場において情報教育に携わる者が、自らの情報教育と比較検討することを容易にするために、本節の内容を 5 領域に沿って簡潔にまとめ、その骨子を本報告の要旨に掲載した。

A. 情報およびコンピュータの原理

A 1. 情報が持つ特性やその表現方法に関する知識・理解。（知識：情報一般）、（知識：機械情報）

L 1： 情報（知らせ）とは何かということ。（小情）

L 2： 情報を外部化（書き記すなど）により記録・表現できるということ。（小情）

L 3： デジタル/アナログ、二進表現、多様な情報の表現方法。（高必）

L 4： 個体や組織とそれらにとって情報のやりとりが持つ意味。（大情）

A 2. コンピュータや情報技術の基本原理とできることに関する知識・理解。（知識：機械情報）、（知識：情報処理）

L 1： コンピュータが「自動的に情報を処理する装置」であること。（小情）

L 2： コンピュータとプログラム（基本ソフト、応用ソフト）を含むデジタル情報の関係。（高必）

L 3： 情報量・エントロピー、コンピュータの万能性（万能チューリングマシンとの等価性）。（大情）

L 4： 機械学習などによる判断能力の獲得やシンギュラリティなど。（大情）

A 3. コンピュータネットワークやその上の情報の流れとコミュニケーションの特性に関する知識・理解。（知識：機械情報）、（知識：人間社会）、（専門：倫理社会）

L 1： コンピュータネットワークの存在やその働き。（小情）

L 2： コンピュータネットワークを通じたコミュニケーションの存在や特性。（小情）

L 3： コンピュータネットワークの構造・パケット・プロトコル等の基本原理。（高必）

L 4： コンピュータネットワーク上のコミュニティやそのあり方の理解。（大情）

A 4. コンピュータやネットワークにまつわるセキュリティの概念やそのための技術に関する知識・理解。（知識：機械情報）、（知識：人間社会）、（知識：システム）、（専門：システム）、（専門：倫理社会）

L 1： コンピュータやネットワークにまつわる「安全」の意識と基本知識。（小情）

L 2： マルウェア、不正アクセス等のセキュリティの基本的な知識・理解。（小情）

L 3： 情報セキュリティの考え方・原理と暗号などのセキュリティ技術の理解。（高必）

L 4： 情報社会での情報技術関連のリスク要因・リスク評価の知識・理解。[哲法][社経]

A 5. コンピュータやそこで動くプログラムの記述を通じて情報を取り扱ったり機器を制

御したりする技能。(汎用:論理)、(汎用:問題解決)

L 1 : 情報端末を通じて情報を取得したりリモコンで機器を制御したりできること。
(小情)

L 2 : アプリケーションや自作ソフトで実際に情報を取り扱い加工する技能。(中情)

L 3 : センサーによる環境情報の自動計測や調温・調光等の自動制御の原理。(中情)

L 4 : フィードバック制御プログラムの作成、AI 技術が人間の補助・代行を行う原理。
[理工]

小学校 A 1 L 1、A 1 L 2については、国語で読み書き(とくに書き)を学ぶ中で体験的に理解させるのがよいと考える。

A 2 L 1 については、プログラミングの導入時に扱うのがよく、総合的な学習の時間においてプログラミングの回の最初に座学で取り上げることが考えられる。

A 3 L 1、A 3 L 2、A 5 L 1については、生活科(中学年以上に置く場合は理科や社会科)に含め、コミュニケーションの体験、リモコンで制御する体験など、体験を中心に行なうことが考えられる。ただし、体験だけにとどまらず、それがどういう意味を持っているのかを考えさせることも含めたい。

A 4 L 1、A 4 L 2は安全教育であり、道徳や総合学習で扱うのがよいと考える。基礎的な知識の説明のために座学も用いるが、それだけでは身につかないので、話し合い、ロールプレイ、実話を体験者に話してもらうなどの形で実感を持たせるべきである。

中学校 A 5 L 2は技術の中で扱う内容であり、ソフトや自作のプログラムを通じて有用な情報の取り扱いを行う内容となる。A 5 L 3も技術の中で扱う内容であり、制御機器を組み立て動かすなどの形が考えられる。比較的平易なプログラムによる制御も可能であるので、できればプログラムを用いた制御も併せて体験できることが望ましい。

高等学校 A 1 L 3、A 2 L 2、A 3 L 3、A 4 L 3はいずれも現時点で情報科の中で取り扱われている内容である。その形態は座学が多いが、座学だけでは定着しにくいので、アンプラグド[15]的な実習を取り入れることでそれぞれの事項の本質に触れる方法などを併用することが望まれる。

大学一般 A 1 L 4、A 2 L 3、A 2 L 4については、共通教育の中で講義的に取り上げ知識を持たせることが考えられる。特にA 2 L 3の万能性については、チューリングマシンはじめ計算の理論は専門的な内容であるので扱わないとしても、今日のコンピュータや量子コンピュータなどすべての「デジタル情報を扱う計算装置」は、計算速度は違おうとしても、計算できることからの範囲についてはすべて等価である、そのことはコンピュータが「ソフトを取り換えることで多様な処理が行える」という形で現れている、ということを理解させることが考えられる。A 3 L 4については、実習などの形で実際にコミュニティを体験させる中で学ぶことを想定する。

大学専門 A 4 L 4については、[哲法]では法学的・政治学的な立場からおもに定性的にこのテーマを扱うことが考えられる。[社経]では社会への影響や経済的損失など定量的にこのテーマを扱うことが考えられる。

A 5 L 4については、工学的な扱いで実際にこれらの内容を実習したり、それに基づい

た講義により理解したりさせることが考えられる。

B. 情報の整理と創造

B 1. 情報の記録や整理の方法が人間の情報に対する理解度、処理効率、アウトプットの品質に影響することに関する知識・理解。(知識:人間社会)、(汎用:主体性)

L 1 : 情報の多様な整理方法(ランダム・線形・階層等)とその得失の理解。(小情)

L 2 : 自分や他人の判断がそれまでに得た情報に基づくことへの理解。(中情)

L 3 : K J法・マインドマップ等の情報整理・発想法を理解し活用できること。(高必)

L 4 : 人の認知特性を理解し、自己・他者の情報整理法を設計・評価できる。(大他)

B 2 文書などの情報を読み取り信頼性を判断したり論理構造や論理の欠陥を把握したりする技能。(汎用:論理)、(汎用:コミュ)

L 1 : 情報の内容に含まれていること・いないことを判別できる。(小他)

L 2 : 情報の内容に関する理由の有無や(有なら)その箇所を指摘できる。(中般)

L 3 : 情報の信頼性・信憑性や内容の矛盾等を判断できる。(高般)

L 4 : 情報の記述内容の道筋に欠陥があればその内容を指摘できる。(大他)

B 3. 明確で論理的な構造・記述を持つ文書を作成する技能。(汎用:論理)、(汎用:コミュ)

L 1 : 見聞したり提示されたりした事実についてその要点を含む文章を作成できる。(小他)

L 2 : 文章の文同士、節同士の間に適切な順接・逆接の語を挿入できる。(中般)

L 3 : 情報の提示において内容に加え理由提示などにより信頼性を担保できる。(高般)

L 4 : 三段論法など複数の段階を要する論述を過不足なく記述できる。(大普)

B 4. 受け手に分かりやすい表現、情報デザインに配慮した内容を構築する技能。(知識:人間社会)、(汎用:コミュ)

L 1 : 伝えたい事柄が伝わるプレゼンテーションを準備し実施できる。(中情)

L 2 : 事柄を的確に伝える配置・配色のグラフ・図・ポスターを創出できる。(高必)

L 3 : 事柄を的確に伝える構造・メディア選択のコンテンツを創出できる。(高選)

L 4 : 好ましいユーザ体験をもたらす機能やインタフェースを設計できる。(大情)

B 5. 適切な情報手段を用いて情報を整理/保管/検索/分析/構築する技能。(汎用:創造性)、(汎用:論理)

L 1 : 見聞した事項(複数)の記録・メモを保存し必要な時取り出せる。(中情)

L 2 : 自分の多数の記録・メモから特定の関心事に関連するものを取り出せる。(高必)

L 3 : 記録・メモの集まりから直接記されていない事実・仮説に気付ける。(大普)

L 4 : 記録・メモを起点として他人が納得するような論述を構築できる。(大普)

小学校 B 2 L 1、B 3 L 1は国語の内容と重なっており、読み書きを学ぶ中で身に付けることが自然である。B 1 L 1はその中において、折に触れて取り上げ、意識させることが考えられる。

B 1 L 1は情報を扱い整理する機会において、ばらばらに配置したり分かりやすく並べたりする活動の中で気付かせることが考えられる。

中学校 B 1 L 2は、メタ認知の課題となるが、国語などの中で扱うことが考えられる。

B 2 L 2、B 3 L 2については、国語で文章の読み書きを行う中で学ぶことが自然である。B 1 L 2、B 5 L 1については、きっかけとしては国語の中で座学でその方法を学んだ上で、社会や理科などの学外実習において実際にこれらのことを実践する中で身につけることが望ましい。

B 4 L 1については、技術・家庭の中の情報とコンピュータにおけるプレゼンテーションや、その他の教科・課外の活動におけるプレゼンテーションにおいて、自分の伝えたいことを分かりやすく伝える活動として身に就けることが考えられる。

高等学校 B 1 L 3、B 5 L 2は情報科の「問題解決」を取り上げる中で情報を整理したり、それらをもとにアイデアを出したりする活動を通じて身に付けることが考えられる。

B 2 L 3、B 3 L 3は一義的には国語で扱うべきだが、それを情報科を含めた他の科目で継続的に実践し評価することが望まれる。

B 4 L 2は、情報デザインの内容として、グラフや図などでの的確に情報を表現したり、ポスターなどで要素の配置や色の使い方を学び実践したりすることが考えられる。

B 4 L 3については、より広い情報デザインとして、Web コンテンツの製作などにおいて、情報アーキテクチャの考え方を学び、コンテンツの構成を設計したり、個々のページにおいて画像・動画など適切なメディアを使ったりするとともに、サイト全体のデザインの統一性についても配慮しつつ製作することが考えられる。

大学一般 B 1 L 4、B 2 L 4については、共通教育の科目内で情報を整理したり文献を正確に読み取ったりすることを学ぶ科目の中で取り上げることが想定される。

B 4 L 4については、Web や Web プログラミングなどを扱う科目の中で、ユーザインタフェース、ユーザエクスペリエンスなどの考え方に触れ、インタフェースを工夫する経験を持たせることが考えられる。

普遍的事項 B 3 L 4、B 5 L 3、B 5 L 4については、ゼミや卒業研究などにおけるアカデミックな文書作成を通じて学ぶことを想定する。

C. モデル化とシミュレーション・最適化

C 1. モデルとは何かということや、汎用性のある代表的なモデルおよびモデル化手法に対する知識・理解。(知識:情報一般)、(知識:機械情報)

L 1 : プラモデル・地図・路線図などがモデルであると理解している。(中情)

L 2 : 数量的なモデル・離散的なモデルなどの例を理解している。(高必)

L 3 : 現象や事象をもとにモデルを組み立てる方法を理解している。(高必)

L 4 : モデル化時の選択で再現性やその精度が違うことを理解している。(大他)

C 2. 状態遷移やデータの流れなどの情報学と関連の深いモデル化手法を活用する技能。(知識:情報一般)、(知識:機械情報)、(専門:情報処理)

L 1 : 状態遷移図やデータフロー図などのモデル図を読むことができる。(高選)

L 2 : 与えられた/見聞した事象に対するモデル図を描くことができる。(高選)

L 3 : モデル図を参照して(そのモデル図に適した)問題解決が行なえる。(大他)

- L 4 : 事象や問題に対して適切なモデルを選んで問題解決が行なえる。[言心][生農][社経][理工]
- C 3. モデルに基づくシミュレーションを用いて問題解決を行なう技能。(知識:機械情報)、(知識:システム)、(汎用:創造性)、(専門:システム)
- L 1 : 間取り図や地図などのモデル上でコマ等を動かして問題を解くことができる。(中情)
- L 2 : サイコロや乱数を用いたシミュレーションで問題を解くことができる。(高必)
- L 3 : 連続モデルや離散モデルを動かして一見明らかでない現象を説明できる。(高必)
- L 4 : モデル化とシミュレーションによる問題解決と解の評価ができる。[言心][生農][社経][理工]
- C 4. モデルに評価関数を組み合わせて最適化問題としての定式化や求解が行なえる技能。(知識:機械情報)、(汎用:論理)、(汎用:問題解決)、(専門:情報処理)
- L 1 : モデルの上で目的(評価)関数を意識でき試行錯誤による最適化が行なえる。(中情)
- L 2 : モデルの上で系統的に選択肢を列挙したり評価値を改良したりして最適化が行なえる。(高選)
- L 3 : 問題状況を最適化が行えるような評価関数とともにモデル化できる。[生農][社経][理工]
- L 4 : 問題状況を最適化問題として定式化し解を求めることができる。[生農][社経][理工]

中学校 C 1 L 1、C 3 L 1は、数学、理科、社会などで具体的な問題を扱う際、機会をとらえてモデル・モデル化・シミュレーションなどの考えを紹介し、問題の解決に役立てるようにするのがよいと考える。C 4 L 1はモデル化の用途の例として取り上げ考え方が分かるようにするのがよいと考える。

高等学校 C 2 L 2、C 2 L 3、C 3 L 2、C 3 L 3は、情報科の必修科目の内容として、座学や実習を通じて取り扱うとともに、実際に問題解決をおこなう課題の一環としてこれらの内容を採り入れることが望ましい。

C 1 L 2、C 1 L 3については、情報科の選択科目中で情報システムを取り扱うところで、情報システムの理解のためにモデル図を描いてみる、自分たちで情報システムを考案する中でツールとしてモデル図を用いるなどの形で取り入れるのがよいと考える。

C 4 L 2は同科目のデータサイエンスの中で最適化問題としての定式化を行ないできる範囲で解いてみる形で取り入れるのがよいと考える。

大学一般 C 1 L 4、C 2 L 3 については、共通教育の中にそれぞれの専攻分野に合った形でモデルを扱い、実習で問題解決を体験する科目として含めることが想定される。

大学専門 C 2 L 4、C 3 L 4については、[言心]では言語・地理・人間の心理に係わるモデル、[生農]では生物学的モデル、[社経]では社会モデル、[理工]では理工系の各分野のモデルを実際に扱い体験することを想定する。

C 4 L 3、C 4 L 4では C 3 L 4で扱ったモデルについて最適化を体験し、また実習

も含めて最適化問題やそのための評価(目的)関数の構築と求解を学ぶことを想定する。

D. データとその扱い

D 1. データの保管や基本的な取り扱いに関する知識・理解。(知識:情報一般)、(知識:情報処理)、(知識:人間社会)、(専門:倫理社会)

L 1 : USBメモリなどの媒体にデータが保管できることが分かる。(小情)

L 2 : テキスト/画像/音の表現、ファイルやデータベースの基本的な概念が分かる。(高必)

L 3 : 圧縮/伸長、分散化/重複化、暗号化などデータの伝送/保管のための技術が分かる。(高必)

L 4 : データベース、アーカイブ、オープンデータ、匿名化等の必要性や意義が分かる。(大情)

D 2. データの構造や構造に基づく取り扱いに関する知識・理解。(知識:機械情報)、(知識:情報処理)、(専門:情報処理)

L 1 : 組や並びなどの基本的なデータ構造とその使用方法が分かる。(高必)

L 2 : データ構造とアルゴリズムの組合せによるデータの取り扱いが分かる。(高選)

L 3 : スキーマによるデータの構造化や集合演算による操作が分かる。(高選)

L 4 : 分散化や大量データの扱いなどデータサイエンスの基本技術が分かる。(大情)

D 3. データの統計的・人工知能技術による扱いの知識・理解。(知識:情報一般)、(知識:機械情報)

L 1 : 平均・分散・中央値・四分位数など基本的な統計量が分かる。(高必)

L 2 : ヒストグラムや散布図などの視覚化とそれに基づく検討が分かる。(高必)

L 3 : データマイニングの考え方や基本的な手順が分かる。(高選)

L 4 : 機械学習など人工知能技術により何が可能になるかが分かる。(大情)

D 4. 定性的/定量的なデータを取り扱い信頼性を担保したり意思決定・問題解決に活かしたりする技能。(汎用:創造性)、(汎用:論理)、(汎用:問題解決)

L 1 : データに対する信頼性・プライバシー等の留意点や定性・定量的分析の意味が分かる。(高必)

L 2 : 問題に対する定性・定量的なデータの収集や視覚化・分析が行なえる。(高選)

L 3 : 定性的・定量的データに基づく意思決定や問題解決の手法が分かる。(大他)

L 4 : 定性的・定量的データに基づく意思決定や問題解決ができる。[哲法][言心][生農][社経][理工]

小学校 D 1 L 1 については、情報機器を扱う時間に、情報機器が扱う情報は媒体に保管できることや、情報が価値を持ったり他人に見られたくないものであったりすることがあることを意識させる。

高等学校 D 1 L 2、D 1 L 3、D 2 L 1 については、情報科の必修科目の中で座学の形で学んだ上、実習などで実際にデータを取り扱いながら身につけることが望まれる。

D 3 L 1、D 3 L 2 については、理論的なことからは数学で学び、実際に多くのデータ

に対して適用して様子を見ることは情報科の必修科目の中で行うことが考えられる。
D 2 L 2、D 2 L 3については、高等学校の選択科目において情報システムの内容の一環として座学で学び、さらにその一部を実習により確認することが適切とである。

D 3 L 3については、高等学校の選択科目においてデータサイエンスの内容の中核部分として座学と実習の双方を組み合わせて学ぶことが考えられる。

D 4 L 1については、問題解決の内容に含めて、定性、定量の違いやそれらがどのように問題解決に資するかという側面から学ぶことが考えられる。

D 4 L 2、D 4 L 3については、情報科の選択科目の中でより高度な問題解決に取り組む際、これらのことがらを学んだ上で問題解決に活用する形が考えられる。

大学一般 D 1 L 4、D 2 L 4、D 3 L 4については、これらの一般的な意義、必要性、可能性などを共通教育の中で扱うことが考えられる。

D 3 L 4は、大学の共通教育または専門教育の中で、重要なテーマとして取り上げ、現状や技術動向を調査・分析・検討するなどの形で具体的に取り扱うことが望ましい。

D 4 L 3は、共通教育の中でそれぞれの専攻分野に即した形で定性的データや定量的データに基づく事実の発見や裏付けを取り上げたり、データに基づく意思決定やその支援のためのツールを扱ったりする科目として含めることが考えられる。

大学専門 D 4 L 4については、それぞれの専門分野の演習科目や研究の中で実際に実践する中で学ぶべきことがらである。

E. 計算モデル的思考

E 1. 代表的な計算モデルの本質や特徴、コンピュータとの関わりに関する知識・理解。(知識:情報一般)、(知識:機械情報)、(専門:情報処理)

L 1 : ステップで記述・数式や述語で記述などの計算記述法を知っている。(高必)

L 2 : 特定の計算記述とそのコンピュータ上での実行の対応づけを知っている。(高必)

L 3 : 異なる計算モデルの対応や行き来する方法を知っている。(大情)

L 4 : チューリング完全や計算可能性など計算理論の成果を知っている。[理工]

E 2. タスクの相互関係を把握したり(必要なら並行性を含む)段取りを組み立て実施したりする技能。(汎用:創造性)、(汎用:論理)、(汎用:問題解決)、(専門:システム)

L 1 : 特定のタスクについてその範囲内と範囲外を区分できる。(高必)

L 2 : 特定のタスクを複数のタスクに分解して示すことができる。(高必)

L 3 : タスク群の構造を把握しクリティカルパスを考えて実行計画を立てられる。(高選)

L 4 : スケジューリング・並行計算等の知見を問題に適用できる。[生農][社経][理工]

E 3. アルゴリズム的な考え方を取り扱い、問題に対するアルゴリズムを構築する技能。(知識:機械情報)、(汎用:論理)、(汎用:問題解決)

L 1 : 具体的な動作例からその動作を一般化したアルゴリズムを記述できる。(高必)

L 2 : 読解したプログラムコードからそのアルゴリズムを抽出・記述できる。(高必)

L 3 : 未知の問題に対してそれを解くアルゴリズムを検討・考案できる。(高必)

L 4 : 計算量を考慮しつつ必要なアルゴリズムを考案/改良できる。(大情)

高等学校 E 1 L 1、E 1 L 2、E 3 L 1、E 3 L 2については、情報科の必修科目の中で、アルゴリズムとプログラムに関する内容の中核部分として座学と演習を組み合わせることで学ぶことが考えられる。

E 2 L 1、E 2 L 2、E 3 L 3については、情報科の必修科目の中で、基本的な問題解決の内容と関連させて取り扱い、問題の分析や解法の検討のために実際に使ってみることが考えられる。

E 2 L 3については、情報科の選択科目の中で、情報システム的な問題解決と組み合わせることで学ぶことが考えられる。

大学一般 E 1 L 3については、共通教育の中でアルゴリズム・プログラミングを扱う科目において、トピック的に取り上げることが考えられる。

E 3 L 4 については、上記科目において演習として取り組むことが考えられる。

大学専門 E 1 L 4 については、[理工]の専門科目あるいは専門基礎科目として扱う内容であるが、他の専門分野の学生もこれらの科目を受講することが望まれる。

E 2 L 4については、[生農]では生命系、[社経]では社会系、[理工]では理工系の各分野を題材としたタスクの並行性をそれぞれ扱う科目があるべきである。

F. プログラムの活用と構築

F 1. プログラムとは何かを理解した上で、プログラムを自分や社会の問題解決に役立てられる技能。(知識:情報処理)、(汎用:問題解決)、(知識:システム)

L 1 : 対象物がプログラムで動いていることが認識できそのことを説明できる。(小情)

L 2 : プログラムで動く対象物を認識しソフトを入れ換えたり動作を調節したりできる。(中情)

L 3 : プログラムを組み合わせたり構築・修正して意図した動作を実現したりできる。(高選)

L 4 : 特定問題に対しプログラムを活用した解法を構想し実現できる。[哲法] [言心] [生農] [社経] [理工]

F 2. プログラミング言語が持つ機構を適切に活用して、意図する動作を実現できるプログラムを設計・構築できる技能。(知識:機械情報)、(汎用:論理)、(汎用:問題解決)

L 1 : タートルなどの直接的な動作を連ねる形でのプログラムが構築できる。(小情)

L 2 : 変数など動作を汎用的に扱える要素を持つプログラムが構築できる。(中情)

L 3 : 手続き等で複数の動作をまとめて抽象化したプログラムが構築できる。(高必)

L 4 : 抽象階層をもつプログラムを設計・構築できる。(大情)

F 3. プログラムの設計・作成において計画性を持ち適切な管理を伴いながら作業を進められる技能。(知識:システム)、(汎用:論理)、(汎用:問題解決)、(専門:システム)

L 1 : プログラムのステップを模擬実行して確認しつつ作成・修正する技能。(中情)

L 2 : コードを少しずつ書き足して動作を確認しながら構築していく技能。(高必)

L 3 : プログラムの全体構造を捉えて適切に分解し単位ごとに構築する技能。(高選)

L 4 : チームで適切な管理とともにプログラムを構築する技能。[理工]

F 4 . 作成したソフトウェアのふるまいを検証し、必要なら手直しや改良を行なえる技能。

(知識:機械情報)、(知識:システム)、(汎用:論理)、(汎用:問題解決)、(専門:情報処理)

L 1 : プログラムの動作と想定動作を照合し違いを認識した上で修正する技能。(中情)

L 2 : プログラムの不備を系統的に調べて誤り内容を特定・修正する技能。(高必)

L 3 : テストケースや要求仕様に基づきプログラムの不備を確認し修正する技能。(高選)

L 4 : コードやデータのチューニングによりソフトウェアの有用性を高める技能 [哲法] [言心] [生農] [社経] [理工]

小学校 F 1 L 1、F 2 L 1、については、小学校におけるプログラミングの内容として実習を中心に体験的に学び身に付けていくことが期待される。

中学校 F 1 L 2、F 2 L 2、F 3 L 1、F 4 L 1は、中学校における技術科の内容としてプログラムを学ぶ中で実習を中心に体験的に学び身に付けることが期待される。

高等学校 F 2 L 3、F 3 L 2、F 4 L 2については、高等学校における情報科の必修科目の中のプログラミングの内容として、実際にプログラムを書く中で身につけることが期待される。

F 1 L 3、F 3 L 3、F 4 L 3については、高等学校における情報科の選択科目の中で、情報システムと問題解決のためのプログラミングを通じてその必要性を学び身に付けることが期待される。

大学一般 F 2 L 4については、共通教育の中のプログラミングを扱う科目の中で、ある程度の長さのプログラムが書けるようになった段階で取り扱うことが望まれる。

大学専門 F 1 L 4、F 4 L 4 については、それぞれの専門ごとにプログラムを扱う科目の中でその専門の問題解決を題材として扱うことが望まれる。

F 3 L 4については、[理工]の専門基礎または専門科目で扱う内容であるが、他専攻の学生も受講することが望ましい。

G. コミュニケーションとメディアおよび協調作業

G 1 . コミュニケーションや、情報デザイン等コミュニケーションに関連する事項に関する知識・理解。(知識:情報一般)、(知識:機械情報)、(知識:人間社会)

L 1 : 自分と他者、他者相互の情報のやりとりがコミュニケーションであるとの理解。(小般)

L 2 : 望ましい/望ましくないコミュニケーションやコミュニケーション内容の信頼性について分かる。(小般)

L 3 : メディア・情報デザイン等のコミュニケーションの要因とそれらがもたらす影響の理解。(高必)

L 4 : コミュニケーションを記録し分析する手法の理解。[言心] [社経]

G 2 . 多様なメディアの特性に対する理解とそれらのメディアを使いこなす技能。(知識:

情報一般)、(知識:機械情報)、(汎用:創造性)

L 1 : 文字・画像・サウンド・動画・ゲーム・VRなどのメディアを主体的に利用できる。(小情)

L 2 : マルチメディアやハイパーテキストのコンテンツを計画・デザインし作成できる。(高選)

L 3 : 文字・画像・サウンド・動画・ゲーム・VR など多様なメディアを制作・活用できる。(大情)

L 4 : マスメディア等多様な情報伝達メディアの社会的役割や影響の理解。[哲法] [言心] [社経]

G 3. 協調作業やそのためのコミュニケーション/プレゼンテーションの技能。(汎用:コミュ)、(汎用:チーム)

L 1 : 「一緒に～する」「分担して～する」をコミュニケーションできる。(小般)

L 2 : 共同作業のためのコミュニケーションに際して合意・確認が取れる。(中般)

L 3 : 共同作業の目的や進め方を集団の前でプレゼンテーションできる。(高必)

L 4 : 目的のために誰とコミュニケーションするか計画し実践できる。(大普)

G 4. コミュニケーションにおいて相手の立場に立ち相手を尊重できる態度。(汎用:コミュ)、(汎用:チーム)、(専門:倫理社会)

L 1 : 「自分の望み」と「相手の望み」が一般には一致しないことを認識できる。(小般)

L 2 : 自分の伝えた内容が相手の立場からどう思えるか想像できる。(中般)

L 3 : 相手の発言内容が自分の望みと違う時にも相手の立場を理解できる。(高般)

L 4 : 相手を尊重しつつ合意点を探り、合意しないことも選択できる。(大普)

G 5. グループ作業において協調したりリーダーシップを取ったりできる態度。(汎用:問題解決)、(汎用:チーム)、(専門:倫理社会)

L 1 : グループ活動と個人活動の違いを知り他のメンバーと協力できる。(小般)

L 2 : リーダーシップの必要性を理解しリーダーになれる/リーダーを支えられる。(中般)

L 3 : グループの目的に向けて自己の活動を判断したり他者と調整したりできる。(高般)

L 4 : グループ活動の効果的な形を知り実現に向かって活動できる。(大普)

小学校 G 1 L 1、G 1 L 2については、まず国語科の基本的な内容として扱うが、それ以外の教科や総合的な学習の時間などでも必要のつど随時扱うことが考えられる。

G 2 L 1については、国語の中で文字と絵の組み合わせなどの形で扱い、それ以外の教科や総合的な学習の時間などでも必要の際随時扱うのがよい。ネット・ゲーム・VR・E-sportsなどのメディアについては、そのための時間を特に設けてこれらを主体的に扱うことについて考えさせるのがよい。

G 3 L 1、G 4 L 1、G 5 L 1については、総合的な学習の時間をはじめとするグループ活動において必要の際随時扱うことが考えられる。

中学校 G 3 L 2、G 4 L 2、G 5 L 2については、技術科の中の情報とコンピュータに

において扱うことが適している。

G 3 L 3、G 5 L 2については、情報科の一部で扱うこともあり得るが、総合的な学習の時間をはじめとするグループ活動において必要の際随時扱うことが考えられる。

高等学校 G 1 L 3、G 3 L 3、G 4 L 3、G 5 L 3は情報科の必修科目の中でコミュニケーションとグループでの問題解決の内容に関連して扱うことが適している。

G 2 L 2については、情報科の選択科目の中でWeb ページなどマルチメディアコンテンツの作成を行なう形で扱うことが適している。

大学一般 G 2 L 3は、初年次の共通教育科目においてメディアの使いこなすという形で学ぶことが適している。とくにゲーム・VR・E-sports などの新たなメディアについては、自身も企画・制作者になり得るという形での位置付けが望ましい。

普遍的事項 G 3 L 4、G 4 L 4、G 5 L 4については、ゼミ、研究活動、卒業研究などにおいて実践的に身につけることが期待される。

大学専門 G 1 L 4 については、[言心]では言語学・心理学的なコミュニケーションの分析、[社経]では社会学的なコミュニケーションの分析を扱う専門基礎科目が考えられる。他分野の学生もこれらの科目のいずれかを受講することが望まれる。G 2 L 4については、[哲法]では政治とメディアや社会とメディアの関係について扱う専門基礎科目、[言心]では言語とメディアや地域のメディアのテーマを扱う専門基礎科目、[社経]では社会や経済全般とメディアの関係を扱う専門基礎科目が考えられる。

H. 情報社会・メディアと倫理・法・制度

H 1. 情報技術が持つ特性とそれに法・制度がどのように対応しているかの理解。(知識:機械情報)、(知識:人間社会)、(知識:システム)、(専門:システム)、(専門:倫理社会)

L 1 : 情報技術が人間の身体性と隔たっていることを前提とした行動の必要性理解。(小情)

L 2 : 知的財産権・個人情報保護・プライバシー等情報に関わる制度とサイバー犯罪の理解。(高必)

L 3 : 情報技術による人間社会の可能性やリスクと法・制度のあり方の理解。(大情)

L 4 : 情報法、電子政府、システム監査と認証等の必要性や技術者倫理の理解。[哲法][社経][理工]

H 2. メディア情報や他人の言説中の意図を汲み取れ、それを踏まえて情報を活用する技能。(汎用:論理)、(汎用:コミュ)

L 1 : 伝えられたことと伝達者の真意に不一致があり得ることを知っている。(中般)

L 2 : メディア情報は編集する人の意図で選別・編集されることを知っている。(高必)

L 3 : 情報操作・印象操作等を認識できそれを考慮して情報を受け取れる。(高必)

L 4 : 自身の情報伝達において意図を明確に示し行き違いを避けられる。(大普)

H 3. 情報倫理を理解しネット上でよき市民として行動する態度。(汎用:問題解決)、(汎用:コミュ)、(汎用:チーム)、(専門:倫理社会)

L 1 : 黄金律・正直・約束・平等・人命尊重などの原則を守ることができる。(小般)

- L 2 : 情報社会の法・規則・秩序を理解した上での倫理的判断が行なえる。(中般)
- L 3 : ジレンマや社会における問題を認識した上で自分の考えを決められる。(高必)
- L 4 : 社会とコミュニケーションの関係を考え自身の行為を判断できる。(大情)

小学校 H 1 L 1 はネットの情報拡散(プライバシーの問題)、ネット依存などの問題に触れ、これらを考える力を養う。H 3 L 1 も含め、道徳の中で扱うことが考えられる。

中学校 H 3 L 2 については、技術科の中の情報とコンピュータにおいて扱うことが適している。H 2 L 1 については、国語の中で取り扱うことが望ましい。

高等学校 H 1 L 2、H 2 L 2、H 2 L 3 については、情報科の必修科目の中で情報倫理・メディアリテラシーの内容において中心的なものとして扱うべきである。それを自己の行動に具体的に投影する際にH 3 L 3 の内容を盛り込むことが必要である。

大学一般 H 1 L 3、H 3 L 4 については、共通教育のいずれかの科目において取り扱うことが望まれる。H 1 L 3 は情報社会における変革についても扱いたい。

普遍的事項 H 2 L 4 については、ゼミや卒業研究などを通して総合的に身につけるべき事項である。

大学専門 H 1 L 4 については、[哲法]では法制度的扱い、[社経]では社会制度的扱い、[理工]では技術的扱いを中心としたこの内容の専門科目があることが必要である。

I. 論理性と客観性

I 1. 論理的推論に基づいて結論を導いたり、実際の結果を説明したりできるような仮説を検討し構築する技能。(知識:情報一般)、(汎用:論理)、(汎用:問題解決)

L 1 : 共通性の発見や類推的などを用いて筋道を立てて判断や推論が行なえる。(小般)

L 2 : 帰納的、類推的、演繹的な推論について理解し、これらを実践できる。(中般)

L 3 : 一般的な事項の推論において前提や帰結を整理し論理の筋道を構築できる。(高必)

L 4 : 事項を最もよく説明する仮説を選択する推論(アブダクション)が実践できる。(高必)

I 2. 人間が受け取る情報やその身体的活動が、思考過程やそれが導き出す判断に影響を及ぼすことに関する知識・理解。(知識:人間社会)、(知識:システム)、(汎用:論理)、(専門:倫理社会)

L 1 : 人や自分の判断が必ずしも一貫していないことを認識している。(中般)

L 2 : 錯覚・錯視や「見たいものを見る」等、人間の認知の特性を意識できる。(高必)

L 3 : 先入観・同調圧力・釣り橋原理等、人の判断に影響する事象を知っている。(大他)

L 4 : 人や自分の判断において影響した可能性のある要因を列举・評価できる。(大普)

I 3. 主観的な情報と客観的な情報を区分し、自分自身の考えを客観視できる態度。(汎用:論理)、(汎用:コミュ)

L 1 : 主観的と客観的の違いを知り、両者を区別して受け取れる。(小般)

L 2 : 主観的な意見や希望に対し、理由を聞くなど明確化して受け取れる。(中般)

L 3：客観的な事実に対し、その裏付けや正確さを調べて判断できる。(高般)

L 4：自分の考え(主観)に客観性を持たせることを意識し実行できる。(大普)

I 4. ものごとを論理的に筋道立てて考え、客観的情報に基づき判断する態度。(汎用:論理)、(汎用:コミュ)、(汎用:チーム)

L 1：ものごとの説明を裏付けや論理の飛躍の有無も考えて読み取れる。(高他)

L 2：重要な判断は好みでなく客観的な理由を意識して行なえる。(大他)

L 3：自分の判断の理由を筋道立てて説明できるかどうか確認できる。(大他)

L 4：判断に際して不足する情報を収集した上で論理的に判断できる。(大普)

小学校 I 1 L 1については、算数の中で筋道を立てて判断する内容を学び練習することが考えられる。I 3 L 1については、国語の中でこの内容について取り上げ文章の読み取りにおいて主観と客観を区分する練習を行うことが考えられる。

中学校 I 1 L 2は、数学の中で帰納、類推、演繹を用いた推論や論理的な道筋の記述を扱うことが考えられる。I 2 L 1、I 3 L 2は、国語の中で取り扱い、I 3 L 2は話し合いなどの活動全般においてその実践を意識させることが望ましい。

高等学校 I 1 L 3、I 1 L 4は、情報科の必修科目の中で一般的な事項に対する問題解決を取り扱う中で、前提や帰結の整理、推論の道筋の構築、仮説の検討や構築を扱うことが考えられる。I 2 L 2、I 2 L 3は、情報科の必修科目の中で人間の特性として含め、実習時に配慮させることが望ましい。

I 3 L 3、I 4 L 1については、国語の内容として含まれるべきであるが、他の教科の活動においても全般に考慮するものとして扱うことが望ましい。

大学一般 I 2 L 3、I 4 L 2、I 4 L 3については、共通教育の中で論理性・客観性について学び、訓練する科目として含めることが考えられる。

普遍的事項 I 2 L 4、I 3 L 4、I 4 L 4については、ゼミや卒業研究などを通して総合的に身に付けるべき事項である。

J. システム的思考

J 1. システムの具体例や社会における役割を考え、システムの構造を調べたり必要なシステムを構想したりする技能。(知識:人間社会)、(知識:システム)、(汎用:問題解決)、(専門:システム)

L 1：代表的なシステムの例やその役割を調べたり確認したりできる。(高必)

L 2：システムの要素やそれが組み合わせたり動く仕組みを理解し説明できる。(高選)

L 3：システム内のものや情報の流れを正常以外の場合も含め追跡できる。(高選)

L 4：特定の問題に対し必要な要素を組み合わせたシステムを構想できる。[哲法][言心][生農][社経][理工]

J 2. システムと人間のインタフェースのあり方やその評価方法、ユーザにとってのシステムの価値に関する知識・理解。(知識:システム)、(汎用:問題解決)、(専門:システム)

L 1：システムとユーザの接点を指摘でき、その善し悪しを検討できる。(中情)

L 2：ユーザインタフェースを評価する基準や手法について理解している。(高選)

L 3 : システムが生み出す価値の列挙やそれを反映した評価基準の検討ができる。[哲法] [言心] [生農] [社経] [理工]

L 4 : ユーザにとって望ましく価値を生み出すシステムを構想・提案できる。[哲法] [言心] [生農] [社経] [理工]

J 3. システムを設計・構築・評価・運用するための標準的な手法や起こり得る問題と対処方法に関する知識・理解。(知識:システム)、(汎用:コミュ)、(汎用:問題解決)、(専門:システム)

L 1 : システム開発が単なるプログラム作成と違う点について知っている。(高選)

L 2 : システム開発で用いられるプロセスや標準的な図法について知っている。(高選)

L 3 : システム開発で発生する様々な問題やそれに対処する考え方を知ってる。[理工]

L 4 : 安定したプロセスを維持しつつシステムを構築することができる。[理工]

中学校 J 2 L 1については、2017年告示学習指導要領から「双方向性のあるコンテンツ」を扱うようになることから、そのインタフェースや善し悪しという視点も含めて考えるようにさせることが考えられる。

高等学校 J 1 L 1については、情報科の必修科目の中で、情報社会の内容の一環として取り扱い、実習を併用して身に付けることが望ましい。

J 1 L 2、J 1 L 3、J 2 L 2、J 3 L 1、J 3 L 2については、情報科の選択科目の中で情報システムに関する主要な内容として実習も併用して学ぶようにするべきである。J 2 L 2については、アクセシビリティ、ユニバーサルデザインなどの汎用的な基準も含めて扱う必要がある。

大学専門 J 1 L 4、J 2 L 3、J 2 L 4については、それぞれの専門分野に係わるシステムについて取り扱う科目が専門ごとに置かれるべきである。

J 3 L 3、J 3 L 4については、システムの構築に関する内容であり[理工]の専門科目となるが、他分野の学生も受講できることが望まれる。

K. 問題解決

K 1. 問題を発見/記述/分析したり、問題解決に向けた作業を行ったりする技能。(汎用:問題解決)

L 1 : 与えられた状況の中から問題を発見・指摘・記述できる。(高必)

L 2 : 問題とそれに影響する事項の関連を定式化したり分析したりできる。(高必)

L 3 : K J法など問題解決の発散的手法を実践したり結果をまとめたりできる。(高必)

L 4 : 問題に対する解を系統的に作り出し実践したり結果を評価したりできる。(大普)

K 2. 問題解決プロセスを段階を踏んで実行でき、必要に応じてブラッシュアップ・反復実行・改良が行える技能。(汎用:問題解決)、(汎用:主体性)、(専門:システム)

L 1 : 問題解決プロセスを理解し、段階を踏んで実行できる。(高必)

L 2 : 問題解決の結果を評価し、必要なら反復改善を行える。(高必)

L 3 : 問題解決プロセス自体を記録・評価し、課題認識や改善が行える。(大情)

L 4 : 問題に合った問題解決プロセスを選択・構築でき実践できる。(大普)

K 3. 自分や他人が持つ問題を客観的に捉えたり、その解決に向けて主体的に調べ・学んだりする態度。(汎用:チーム)、(汎用:主体性)

L 1 : 自分や他者が持つ問題について冷静・客観的に捉えて記述できる。(高必)

L 2 : 問題の重要な要素について実際に裏付けを取ったり確認したりできる。(大普)

L 3 : 「誰にとっての問題か」「解決が必要な問題か」などメタに検討できる。(大普)

L 4 : 問題が単純に解決できない時にそれに対処する方法を考えて実践できる。(大普)

K 4. 情報に関わる知識・技能・態度を活用し、自らの問題解決を行う能力。(汎用:問題解決)、(汎用:主体性)、(専門:システム)

L 1 : 自分の問題に対し記述/説明/分析/解の検討などが行なえる。(高必)

L 2 : 自分の複数の問題の相互関係や優先度などメタな検討が行なえる。(大普)

L 3 : 社会や周囲の状況と自分の問題の関係を把握した上で検討できる。(大普)

L 4 : 自分および周囲にとって好ましい問題解決を判断・選択し実践できる。(大普)

高等学校 K 1 L 1、K 1 L 2、K 1 L 3、K 2 L 1、K 2 L 2、K 3 L 1、K 4 L 1は、情報科の必修教科目の中で問題解決の一環として実践を通じ扱う。

大学一般 K 2 L 3については、大学初年次教育などの一環としてプロセスを意識したプロジェクト等の形で実践体験を持たせることが考えられる。

普遍的事項 K 1 L 4、K 2 L 4、K 3 L 2、K 3 L 3、K 3 L 4、K 4 L 2、K 4 L 3、K 4 L 4は、研究活動や卒業論文などの一環として総合的に身に付させる。

4 まとめ

本報告では情報教育の内容・範囲として初等中等教育から大学共通教育・専門基礎教育・卒業研究やゼミ等を通じた教育までの範囲で何を学ぶべきかについて、情報学の範囲を11カテゴリーに分類した上で検討・整理しまとめた。その際、高等教育における扱いについては、大学の専攻分野を5グループに整理した上で検討している。

参考資料3では、3節の学習内容を5つの領域に沿って簡潔にまとめた。表2では、各内容の学校段階間の分担をまとめた。参考資料4には、各学校段階ごとの切口で補足説明を行ったものを付したので、参照されたい。

なお、高等教育における情報学の専門教育については、参照基準においてその内容・範囲が整理されている。本報告は、(1)情報学の専門教育に接続する学習課程という面も一部はあるが、(2)情報学の専門家と連携でき相互に補完関係を築ける人、ならびに、(3)市民および情報学の非専門家相互の活動において現代社会に必要とされる水準で情報・情報技術を適切に活用できる人をいかに育てるか、という観点から検討した結果を示している。

情報教育は新しい教育分野であり、その各内容をどの学校段階でどの程度扱うかについて初等中等教育段階から高等教育段階まで通して体系的に検討したものはこれまでなかった。本報告が各学校段階における教育課程・カリキュラムの設計における指針として役立つことを期待する。

一方、情報教育は今後も進展・拡大を継続していくことが予想される。情報学も不断に進歩する。これらにしたがって、本報告の指針も改訂を続けるべきもの考えられる。

<参考文献>

- [1] 日本学術会議情報学委員会情報科学技術教育分科会報告「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 情報学分野」(2016年3月23日)
- [2] 山崎謙介, メタサイエンスとしての情報学とその教育, 情報処理, vol. 56, no. 10, pp. 1008 - 1011, 2015.
- [3] 中央教育審議会, 学士課程教育の構築に向けて (答申), 2008. 12.
- [4] 文部科学省, 小学校学習指導要領, 2017. 3.
https://www.mext.go.jp/content/1413522_001.pdf
- [5] 文部科学省, 中学校学習指導要領, 2017. 3.
https://www.mext.go.jp/content/1413522_002.pdf
- [6] 文部科学省, 高等学校学習指導要領, 2018. 3.
https://www.mext.go.jp/content/1384661_6_1_3.pdf
- [7] 文部科学省, 幼稚園教育要領, 2017. 3.
https://www.mext.go.jp/content/1384661_3_2.pdf
- [8] 文部科学省, 高等学校学習指導要領解説情報編, 2018. 7.
https://www.mext.go.jp/content/1407073_11_1_2.pdf
- [9] 鹿野利春, 学習指導要領の改訂と共通教科情報科, 情報処理, vol. 58, no. 7, pp. 626 - 629, 2017. 6.
- [10] Yasushi Kuno, Ben Tsutomu Wada, Yasuichi Nakayama, Takeo Tatsumi, Eriko Uematsu, **K12 IT Education in Japan: Current Status and Future Directions, The 23rd IFIP World Computer Congress, IT Education Forum (K-12)**, pp. 37 - 44, 2015.10.
- [11] 久野靖, 和田勉, 中山泰一, 辰己丈夫, 上松恵理子, わが国の初等中等情報教育: 現状と将来に向けた目標体系の提案, 日本ソフトウェア科学会第 32 回大会論文集, rePiT2-1, 2015.9.
- [12] 文部科学省, 超スマート社会における情報教育の在り方に関する調査研究 (2017年3月)
https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/itaku/1386892.htm
- [13] 掛下哲郎, 高橋尚子, 国内 750 大学の調査から見えてきた情報学教育の現状: 国内 750 大学の調査から見えてきた情報学教育の現状 (1) 調査の全貌編, 情報処理, vol. 58, no. 5, pp. 420 - 425, 2017. 4.
- [14] 高橋尚子, 国内 750 大学の調査から見えてきた情報学教育の現状: 国内 750 大学の調査から見えてきた情報学教育の現状 (3) 一般情報教育編, 情報処理, vol. 58, no. 6, pp. 526 - 530, 2017. 5.
- [15] Tim Bell, Ian H. Witten, Mike Fellows, Matt Powell 著, 兼宗進ほか訳, 久野靖 追補, コンピュータを使わない情報教育アンプラグドコンピュータサイエンス, イーテキスト研究所, 2007.

<参考資料 1> 審議経過

平成 30 年

- 1 月 11 日 情報学教育分科会（第 1 回）
役員を選出、今後の進め方について

平成 31 年

- 1 月 10 日 情報学教育分科会（第 2 回）
報告案について、公開シンポジウムについて

令和元年

- 5 月 18 日 情報学教育分科会（第 3 回）
報告案最終版について
- 10 月 17 日 情報学委員会
報告案の承認

令和 2 年

- 9 月 10 日 日本学術会議幹事会（第 298 回）
報告「情報教育課程の設計指針 ―初等教育から高等教育まで」の承認

<参考資料2>シンポジウム開催

公開シンポジウム「情報教育の参照基準」

1. 主 催：日本学術会議情報学委員会情報学教育分科会
2. 共 催：一般社団法人情報処理学会情報処理教育委員会
3. 後 援：日本情報科教育学会
日本教育工学会
一般社団法人 教育システム情報学会
4. 日 時：2019年5月18日（土）13：00～17：00
5. 場 所：東京大学山上会館
6. 分科会等の開催：公開シンポジウム後に同会館会議室にて開催
7. 開催趣旨：

日本学術会議情報学委員会情報学教育分科会では、小学校から大学の共通教育までの情報教育を体系化し、一貫した情報教育の理想形を提示することを目的に、情報教育の参照基準の策定を行っている。策定中の参照基準を広く公開して意見を募るために、本シンポジウムを開催する。

8. 次 第：

13：00 はじめに

萩谷 昌己（日本学術会議連携会員、東京大学大学院情報理工学系研究科教授）

13：10 挨拶

高橋 尚子（國學院大學経済学部教授）

13：15 情報教育の参照基準

久野 靖（日本学術会議特任連携会員、
電気通信大学情報理工学域共通教育部教授）

13：50 大学の情報教育

徳山 豪（日本学術会議会員、関西学院大学理工学部教授）

14：15 高等学校の情報科

西野 和典（九州工業大学教養教育院教授）

14：40－14：50 （ 休憩 ）

14：50 中学校の技術・家庭科

紅林 秀治（静岡大学大学院教育学領域教授、
静岡大学教育学部附属浜松中学校校長）

15：15 小学校のプログラミング教育

遠山 紗矢香（静岡大学静岡大学大学院情報学領域助教）

15：40 総合討論

（司会）萩谷 昌己

（コメンテーター）高橋 尚子 他

17：00 閉会

9. 連絡先

萩谷 昌己（東京大学）hagiya@is.s.u-tokyo.ac.jp

（事前申し込みの必要はありません。）

（下線の登壇者は、情報学教育分科会委員）

＜参考資料3＞全体方針と学習内容のまとめ

各所における全体的な検討の利便をはかるために、本報告の学習内容が各学校段階でどのように進んでいくかをまとめたものを示す（高等教育段階については最後に一括して記す）。具体的には、本文3節の学習内容を5つの領域に沿って簡潔にまとめた。その骨子は本報告の要旨にも掲載した。

情報とコンピュータの仕組み（カテゴリAに対応）については、小学校では体験を中心とし、中学校で原理や具体的機構を学び、高等学校では複数のシステムの協調動作までを扱う。このようにすることで、最初は利用してみるという段階からはじめて、同じ対象物（コンピュータ、ネット等）を繰り返し、徐々に深く学んでいけることをめざしている。

プログラミング（カテゴリCEFに対応）については、小学校で基礎的な作成体験を持ち、中学校で論理的な考え方とコード構築に進み、高校で問題解決やシステム等実用的なものまでを学ぶ。これは、プログラミングについては最初は体験を重視することが適切と考えたことによる。また、実用的なものを全員が扱えるようになるには、他科目との連携も考えると、高校段階を待つのが適切と考える。

情報の整理や作成・データの理解や扱い（カテゴリBDに対応）については、小学校では基礎的な操作と国語・算数等の科目で扱う基本技能の範囲で学び、中学校で論理的かつ体系だった取り扱いに進み、高等学校では情報機器を用いた情報・データの収集・整理・分析・活用を扱う。これらの内容はいずれも国語や算数・数学など他科目の学習内容が先行するが、並行して情報教育としての準備を進めることで、高校段階で情報機器を活用できるようになることをめざしている。

情報コミュニケーションや情報メディアの理解（カテゴリGに対応）については、小学校では基本概念の認識と安全教育までを扱い、中学校で自分を客観化した他者とのやりとりの理解まで進み、高等学校でコミュニティや集団活動の文脈までを扱う。

情報社会における情報の倫理と活用（カテゴリHに対応）については、小学校では規律や道徳的事項の範囲で扱い、中学校で法制度と倫理的判断を学び、高等学校でジレンマや社会的問題を扱う。これらの分野はいずれも、既存教科の中では個別的・断片的にしか扱われてこなかったが、これからの社会を生きていく上で重要な部分であり、情報教育の視点から新たに体系化を行った。

いずれの内容も、高等教育ではこれらが社会にどのような意味や影響をもたらすか考えさせ、さらにその検討に基づき、よりよい個人生活や社会の実現までを扱う。これらの点は、これまでの高等教育ではほとんど意識されて来なかったが重要なことがらであり、この視点を盛り込んだ形で大学共通教育の教育内容全体が再検討されていくことが望まれる。

表2 学習内容のまとめ

領域	カテゴリ		L1	L2	L3	L4	
情報とコンピュータの仕組み	情報及びコンピュータの原理	A1	小情	小情	高必	大情 大情 大情 哲法、社経 理工	
		A2	小情	高必	大情		
		A3	小情	小情	高必		
		A4	小情	小情	高必		
		A5	小情	中情	中情		
プログラミング	化シ ョ ン・最 適	C1	中情	高必	高必	大他 言心、生農、社経、理工 言心、生農、社経、理工 生農、社経、理工	
		C2	高選	高選	大他		
		C3	中情	高必	高必		
		C4	中情	高選	生農、社経、理工		
	算 模 デ	E1	高必	高必	大情	理工 生農、社経、理工 大情	
		E2	高必	高必	高選		
		E3	高必	高必	高必		
	築 の 活 用 と 構	F1	小情	中情	高選	哲法、言心、生農、社経、理工 大情 理工 哲法、言心、生農、社経、理工	
		F2	小情	中情	高必		
		F3	中情	高必	高選		
		F4	中情	高必	高選		
	扱い 情 報 の 整 理 や 作 成 ・ デ ー タ の 扱 い	情 報 の 整 理 と 創 造	B1	小情	中情	高必	大他 大他 大普 大情 大普
B2			小他	中般	高般		
B3			小他	中般	高般		
B4			中情	高必	高選		
B5			中情	高必	大普		
デ ー タ と そ の 扱 い		D1	小情	高必	高必	大情 大情 大情 哲法、言心、生農、社経、理工	
		D2	高必	高選	高選		
		D3	高必	高必	高選		
		D4	高必	高選	大他		
メ デ ィ ア の 理 解	お よ び 協 調 作 業	G1	小般	小般	高必	言心、社経 哲法、言心、社経 大普 大普 大普	
		G2	小情	高選	大情		
		G3	小般	中般	高必		
		G4	小般	中般	高般		
		G5	小般	中般	高般		
理 と 活 用	情 報 社 会 の 倫 理 ・ 法 ・ 制 度	H1	小情	高必	大情	哲法、社経、理工 大普 大情	
		H2	中般	高必	高必		
		H3	小般	中般	高必		
(総合情報処理能力)	観 性	I1	小般	中般	高必	高必 大普 大普 大普	
		I2	中般	高必	大他		
		I3	小般	中般	高般		
		I4	高他	大他	大他		
	的 思 考	シ ス テ ム	J1	高必	高選	高選	哲法、言心、生農、社経、理工 哲法、言心、生農、社経、理工 理工
			J2	中情	高選	哲法、言心、生農、社経、理工	
			J3	高選	高選	理工	
	問 題 解 決	問 題 解 決	K1	高必	高必	高必	大普 大普 大普 大普
			K2	高必	高必	大情	
			K3	高必	大普	大普	
			K4	高必	大普	大普	

＜参考資料4＞学校段階ごとの補足説明

1 捕捉説明に関する注記

本報告の本文では情報学の教育内容を体系化した上で、それぞれの内容ごとに扱うのが適切な学校段階を示し解説する形を取ったが、それでは特定の学校段階における情報教育の形やその科目間の分担が見えづらい。

そこで本捕捉説明では、学校段階ごとに情報教育の位置付けや各科目等の分担について提案を述べた。本文と同様、本内容は提案かつ例示であり、政策決定者や教育現場が実際の教育内容を設計する際の参考となることを目的としている。

具体性を持たせイメージしやすくするため、本捕捉説明では、2017・2018年告示学習指導要領等の科目構成や本報告作成時点の学校環境等に基づいて提案を作成しており、これらの内容・状況が変化した場合はそれに応じて改訂されることが適当である。

2 入学前教育

入学前教育は現在のわが国では全員が受けるものではなく、義務教育の前提となることはできない。その一方で、多くの子どもにとって、入学前の段階でコンピュータの原理的なものに触れることは、次の点から望ましいと考える。

- 情報学やそれに隣接する領域への関心を持ち始める。
- 考える習慣や探求する態度を身につけ始める。

幼稚園教育要領[7]ではコンピュータや情報機器の活用において直接的な体験を重視することを踏まえるよう述べており、その点からも、他の体験の代替ではない、「コンピュータそのものの特徴的な部分」を体験することを目的とするべきである。

上記の目標に照らして、入学前教育で扱う情報学の内容としては、手順的な自動処理の体験に相当するものが適切である。体験に使用する言語・実行系の要件としては、発達段階を考慮して次のものとする。

- 絵を動かす、ロボットカーを動かすなど、入学前児童でも親しみを持って取り組める動作を作り出せること。
- 文字を使用せず、ブロックの配置や絵の配置によって実行指示を組み立てる形のものであること。

学習活動の目標は体験であるが、次のことが行われるように活動内容を設計すべきである。

- グループでの活動でもよいが、その中でも児童の一人ずつが、自分のものとして、実行指示を組み立てる機会を持つこと。
- 自分が施した実行指示に対する変更が、実際に実行の内容に変化をもたらしていることを体験できること。
- 取り上げるテーマを画一的なものせず、お絵描きや工作のように自分が作りたいものを組み立てるといった形を取る。

3 小学校段階

小学校段階は本報告作成時点では情報科が無いいため、国語・算数・理科・社会科・生活科・道徳・総合的な学習の時間で分担して情報教育の内容を取り扱う必要がある。

国語では情報に対する意識（カテゴリA）、情報の整理や文章の作成（カテゴリB）、コミュニケーションと意思の伝達（カテゴリG）、主観と客観（カテゴリI）など多くのことがらが扱われる。算数では論理性（カテゴリI）が関連するほか、学習手段にプログラミングを取り入れること（カテゴリF）が期待される。理科・社会科・生活科・道徳では情報社会に関わる部分（カテゴリH）と、コミュニケーションの社会的な部分（カテゴリG）が関連する。

総合的な時間では、コンピュータや情報機器に焦点をあてて扱う機会を提供できるが、総合的な時間にとどまらず、音楽、図画工作、家庭、体育なども含む、より広い教科の学習において日常的にコンピュータや情報機器を使用しつつ、その特性や望ましい使い方を考えることが望まれる。

小学校段階では入学前教育と異なり、各教科において実際にさまざまな情報を取り扱い、またその取り扱いに習熟することを通じて各教科の学習が深まるという側面がある。

そこでその取り扱いにおいて、最初の段階からコンピュータや情報機器を用いた活動を（そのための活動ではなく、各教科等のための活動の一環として）一定比率取り入れることで、以後の教育段階や社会に出た後でも情報機器を使いこなして学習や社会生活に取り組める土台を作ることが重要な目標になると考える。

これには、2017年告示小学校学習指導要領に述べられている、コンピュータの文字入力の習得も重要である。それを通じて、手書きでは行えなかった量の情報創出（文章作成）やその結果としての情報発信が実際に行え、これらを通じて各教科のより進んだ学習段階までの到達が可能になると考える。

4 中学校段階

中学校段階では、コンピュータや情報機器そのものについては技術・家庭科で扱うこととなっているが、一方で小学校では発達段階的に取り入れられなかった内容の学習が広く求められるため、引き続き各教科でもそれぞれの内容を分担していくことが必要である。

技術・家庭科ではコンピュータの原理としての計測・制御（カテゴリA）、プログラミングとソフトウェアの扱い（カテゴリF）、情報社会の法や秩序（カテゴリH）、システム的な考え方（カテゴリJ）の内容が含まれる。

国語科は小学校に引き続き情報の整理と創造（カテゴリB）、コミュニケーション（カテゴリG）が多く関連する。数学科では発達段階的に、より明確に論理性（カテゴリI）を扱い、またプログラミング（カテゴリF）も学習手段として扱うことがより期待される。また理科でモデル化やシミュレーション（カテゴリC）、社会科で情報社会や倫理（カテゴリH）、総合的な学習の時間では協調作業（カテゴリG）が関連する。

全体として中学校段階は、小学校段階で取り組み始めたコンピュータをはじめとする情報手段の活用が深まり、より高度かつ有用な形で使いこなせるようになる発達段階である。

また、個々の生徒の興味・関心を持つ分野への取り組みが深まって行く段階でもある。このため中学校段階において、情報学の幅広い内容に、複数の教科から多様な切口で接する機会を提供することが、幅広い知見と、特定領域への深い興味・関心を持つきっかけとなることの両面から、重要になると考える。

5 高等学校段階

高等学校段階については、情報教育は情報科による扱いが中心となる。2018年告示学習指導要領では、情報科は必履修科目「情報Ⅰ」と選択科目「情報Ⅱ」の2科目から成る。本報告では必履修科目に対応する部分は「全員が学ぶ」内容（3節の「(高必)」）、選択科目に対応する部分は「高等教育に進む学生が学ぶ」内容（3節の「(高選)」）と位置付けている。

ただし、本報告の提案は必ずしも「情報Ⅰ」「情報Ⅱ」の内容範囲とは一致しない。これは本報告が「将来的に」初等中等教育から大学共通教育・普遍的事項の教育までの内容・範囲となるべき体系を提案するという立場を取っていることによる（これは中学校までの部分でも同じである）。

また、小学校・中学校のように多くはないものの、情報科以外の教科にゆだねる内容も存在する。具体的には論理的な読解（カテゴリⅠ）は国語科が扱うことが適当と考える。それ以外は情報科で主に扱うが、中学校に引き続き、他教科でも情報の内容を取り入れ活用する（実践する）ことが重要である。

「情報Ⅰ」は、高校から社会に出る生徒が情報について学ぶべきことをすべてカバーする必要があり、カテゴリA～Kのすべてについて（量の多少はあるが）扱いがある。「情報Ⅱ」は高等教育に進む学生が学ぶべき範囲を受け持つが、その高度な部分は高等教育に任せるため橋渡しの位置付けもあり、カテゴリB～G、およびカテゴリJで「情報Ⅰ」より進んだ部分を扱う。

全体として高等学校段階は、卒業後社会に出る生徒が情報社会で求められることがらをきちんと身に付けるようにすること、そして高等教育に進む生徒がそこで必要とされる十分な土台を備えること、という2つの目的への対応を求められる。そこで、内容・範囲については主に情報科にゆだねるとしても、そこで学んだことを生かし、有効な道具として活用しつつ各教科の学習を行うという、実践面での連携が極めて重要である。

6 高等教育段階

高等教育段階では、教科という枠組みはなく、学ぶべきそれぞれの内容が、大学等の設置する科目を通じて学習者に提供されるため、直接的に本報告本文の内容を反映させられる。また、その到達目標は「学士力」や「参照基準」が定めている。

本報告では、共通教育(大情)、普遍的事項(大普)については、専攻グループごとの違いはないという立場であり、ここでは説明しない。以下では各専攻グループごとの固有の部分（表2の★部分）について、具体的な扱いを検討する。

【哲法】 哲学・法学・政治学等

哲学・法学・政治学等の分野は「考える」ことを重視する分野であり、その意味では最も文系的だと言える。また、「考えることとは何か」などのメタな部分も扱う必要があることも特徴だといえる。

- A 4 L 4－法学分野では、情報技術関連のリスクやそれを法学的にどのように捉えるかについて取り扱う科目があるべきだと考える。政治学分野では、情報技術に関わるリスク(情報テロなども含む)を政策的に扱うことについて取り扱う科目があるべきだと考える。

- D 4 L 4－法学分野は法文や判例などデータとしてそれに基づき体系を検討する学問であり、法令データベースや判例データベースがそのデータソースにあたる。また、知的財産などの場合は特許・実用新案などのデータベースを扱う必要がある。個々の専門分野の内容に先立ち、これらのデータベースの扱いについて学ぶ科目があることが適切である。

政治学分野では(歴史学もそうであるが)過去におきたできごとの蓄積を多く扱う必要がある。これらはデータ化されている場合もあるが、テーマによっては文献や資料をもとに自分でデータベースを構築するなどの事柄が必要になる。個々の専門分野の内容に先立ち、これらのデータベースの扱いについて学ぶ科目があることが適切である。

- F 1 L 4、F 4 L 4－この分野のプログラムによる問題解決とはおもに、参照すべき多数の事項から重要なものを抽出したり、自分の考える指標値を計算してそれによる整列を行ったりするなど、研究のためのデータ操作が中心になるものと考えられる。とくに、データが自然言語で書かれたものである場合が多いことから、テキストマイニングの基本技術やライブラリAPIの活用などの内容が含まれる必要があると思われる。

- H 1 L 4－情報技術者の倫理などについては、哲学の中の倫理的立場から(分量的に多くなければ、職業倫理の一部として)扱う科目があることが望まれる。

法学分野では、情報法の体系、電子政府について法制度の面から学ぶ科目が必要である。またシステム監査について、法制度面および通常の組織の監査とは異なるシステムならではの側面について学ぶ科目が必要であると考えられる。

政治学分野では、電子政府の役割や意義を学ぶ科目が必要と考えられる。また、今後各種のシステムがより大規模化しそれに多くの人が依存するようになると予想されることから、それらのシステムを統制することを政策的に位置付け取り扱うような科目が必要になるものと考えられる。

- J 1 L 4－この分野では、法制度やその運用に関わるシステム、政策の策定やその実施に際して用いるシステムなど、個別のシステムについて考えられる必要がある。まず既存のシステムについて学び、また将来的に有用なシステムを構想し、模擬的にその効果を調べるなどの内容を含んだ科目があることが望まれる。

- J 2 L 3、J 2 L 4－この分野で扱う情報システムでは、ユーザとは「哲学者」「法律家」「法律事務」「政治家」「政策スタッフ」などであり、システムの「価値」についても世の中一般とは異なることが予想される。そのような特定の領域の持つユーザを想定したシステムについて取り扱う科目があることが望まれる。

【言心】 言語学・地理学・心理学等

言語学・地理学・心理学等の分野は文系ではあるが、データに基づいた研究を行ない、統計データの扱いが必要である。その部分では理工系に近いといえる。

- C 2 L 4－言語学分野であれば、言語の多様なモデルを扱い問題解決を行なう科目が設置されるはずである。
地理学であれば、地図データベースや地理情報システムのモデルを扱うことが不可欠であり、そのための科目が必須である。
心理学分野では、人間の心のモデルやそれに基づく研究が不可欠であり、そのようなモデル化を扱う科目が必要となる。
- C 3 L 4－この専門分野では、それぞれのモデルを用いたシミュレーションが有用な研究手段であり、そのことを扱う科目も必要である。
- D 4 L 4－言語学分野では、エスノグラフィー（参加観察）調査などの手法によって定性的・定量的なデータを取得することを通じて、知られていない言語現象などを明らかにする科目が考えられる。
- F 1 L 4、F 4 L 4－言語学分野であれば、既存言語の分析において独自の視点を考案した場合、その側面にもとづく分類や抽出を行なうなどの処理が必要になる。また、新たな言語モデルを考案して、その特性についてシミュレーションで調べるなどのことが求められることもある。いずれも、既存のアプリケーションでは済まない事項であり、プログラムを作成する技能が求められる。そのような科目では、実際に専門分野の題材を用いて実習することが望まれる。
地理学分野では、地図データベースなどを扱いその上でのデータ抽出やモデルの計算を行なう処理が必要になる。これらもそのためのプログラミング技法を具体的なデータの扱いとともに学ぶような科目が必須であるといえる。
心理学分野では、モデルの計算もあるが、そのほかに心理学実験等を実施するツールとしてソフトウェアが多く使われる。そのような具体的なプログラムを作成できるような科目があることが必要である。
- G 2 L 4－言語学分野では、言語活動としてのコミュニケーションを取り扱うことが必要であり、その場合コミュニケーションを記録した上で当該分野の観点から分析する方法を学ぶ科目が必要である。
心理学分野では、人間の心の表出としての会話は重要なテーマであり、コミュニケーションを記録した上で当該分野の観点から分析する方法を学ぶ科目が必要である。

- J 1 L 4ー地理分野では、地理情報システムが大規模な汎用のシステムとしてすでに確立しており、それを土台として個別の研究のためのシステムを構想する方法を具体的に学べる科目が必要である。
- J 2 L 3、J 2 L 4ー心理学分野では、認知心理学に代表される、システムと人間の接点を扱う分野があり、そこではユーザにとって使いやすい、理解しやすいなどの価値について古くから扱われている。これらの基本的事項を学び研究につなげられる科目は不可欠だといえる。

地理学分野では、地理情報システムの機能をさまざまな分野の専門家や非専門家に提供することも重要な役割となっており、これらの事項を扱う科目が必要であるといえる。

【生農】 生物学・農学・医学等

生物学・農学・医学は理工系の一部ではあるが、生命系としてやや異なる部分もあることから分けている。具体的には、工学的色彩はやや弱く、その分生命情報を重視する。

- C 2 L 4ー生命系では、分子レベルから個体（細胞）レベル、個体の集合（組織）レベル等、さまざまなレベルで多様なシミュレーションが必要である。この内容では、基本的な（アプリとして構築ずみの）アプリケーションを選択して問題を検討するような（講義+実習の）科目が必要と考える。
- C 3 L 4ー分野固有のシミュレーションを扱う科目があるべきである。題材としては、医学分野であれば感染症のモデルとそのシミュレーション、農学分野であれば作物の病気に関するシミュレーションなどが考えられる。そのほか、シミュレーションにとどまらない内容になるが、大規模な遺伝子解析を取り扱うことも考えられる。
- C 4 L 3、C 4 L 4ー生命現象や生物の活動のなかで、最適化問題として説明できることは多くある。この内容では、ここまでに学んで来たモデルに対して最適化を取り入れることと、それを解くことで生命現象などを説明するような科目の両方が必要であると考ええる。
- D 4 L 4ー生命活動や個体の活動について、どのようなデータを（定性的・定量的に）収集することができ、それをどのように問題解決に活かせるかを具体的に学ぶ実験科目が必要であると考ええる。
- E 2 L 4ー生命や個体の活動における並行性について、要素間の情報伝達や影響の伝達も含めて扱い、定式化したり分析したりすることを学ぶ科目が必要であると考ええる。
- J 1 L 4ー栽培管理、飼育管理、医療情報の扱いなどそれぞれの専門において使われている情報システムを知り、必要に応じて新たな情報システムを構想したり提案したりすることを学ぶ科目が必要と考える。
- J 2 L 3、J 2 L 4ー栽培システム、飼育システム、観測/観察システム、医療情報システムなどの各種システムについて、専門家としてその本質は何か、単なる「労

力の節約」でなく新しい価値を生み出せるシステムとはどういうものかについて考えさせる科目が必要である。

【社経】 社会学・経済学・経営学等

社会学・経済学・経営学等の分野は社会を扱うことから、文系ではあるが計算、モデルなどを多く扱う必要がある。その意味では理工系に近いといえる。

- A 4 L 4－情報技術の影響が極めて大きくなっている今日、情報社会それ自体が、社会学・経済学・経営学にとって重要なテーマであり、そこにある（潜在的/顕在的）リスクを評価することもまた同様である。これらの分野では、情報社会そのものを扱う科目があり、その中で情報技術の位置付けや影響、そしてそれに関わるリスクとその評価、およびリスクマネジメントを扱うべきである。
- C 2 L 4－情報がどこからどのように流れて行きまた途中で加工されるかという事柄、システムやサブシステムが複数の状態を持ちそれらの間で遷移していくという考え方は、社会学・経済学・経営学においても関わりのある事項であり、また情報技術に関する文献を読み解く必要性もある。このため、データフロー図、ステートチャートなどの基本的なモデル図を学び、それを参照して問題を検討するような科目があることが望まれる。
- C 3 L 4－社会シミュレーション、経済シミュレーション、経営シミュレーションなどは社会学・経済学・経営学において基礎的な研究・問題解決手法であり、それぞれの分野において典型的なモデルを学びまた実際にシミュレーションを通じて問題解決を体験する講義・演習科目が不可欠である。簡単に定式化できない社会的現象を扱うエージェントシミュレーションなどもここで扱うことが考えられる。
- C 4 L 3、C 4 L 4－モデル上での最適化は社会学・経済学・経営学において問題解決の重要なツールであり、線形計画法やゲーム理論などの OR 的手法、山登り法、焼きなまし法、ジェネティックプログラミング等情報技術的手法などの多様な最適化手法を学び、それに適したモデルを構築し実験するような講義・演習科目が不可欠であると考ええる。
また、オンライン（ダイレクト）マーケティング、F i n T e c h、電子貨幣などの経済と情報技術と組み合わさったテーマについて、社会学・経済学・経営学それぞれの立場からモデル化や分析を試みる科目も必要と考える。
- D 4 L 4－社会学・経済学・経営学は実際に動いている社会を対象としていることから、社会統計、経済統計、株式/商品市場などの実績数量データ、アンケート調査などの定性的データを実際に扱えることが求められる。それぞれの分野の代表的なデータを実際に操作し分析してみる演習科目が不可欠であると考えられる。
- E 2 L 4－社会現象は基本的に多くの要素が並行に活動するものであり、並行計算としての定式化が有用である（とくにシミュレーションの実装手法として）。また、限られたリソースで多数のタスクをこなす場面ではスケジューリング問題として

の定式化やその上での問題解決が必要となる。これらについて学び問題解決を提案したり経験したりする科目が望まれる。

- F 1 L 4、F 4 L 4－社会現象のシミュレーションは既存のアプリケーションは多くないので、自分でモデルをプログラミングして動かせることが不可欠である。そのため、モデル化・シミュレーションを内容とする科目において、適切なアプリケーションを選択したり、プログラムを動かす実習を組み合わせる形で取り入れたりすることが望ましい。
- G 1 L 4－社会学ではコミュニケーションの記録や分析は重要な研究手段であり、これらが実践的に行なえるよう学ぶ科目が必要である。
- G 2 L 4－メディアの役割やその影響は社会学・経済学・経営学のいずれにおいても重要な位置づけを担い、それぞれの観点からその内容について学ぶことが必要である。
- H 1 L 4－社会の 1 構成要素としての電子政府や電子商取引などについて、情報システムを扱う科目のいずれかで取り扱うことが考えられる。また、情報システムの監査や認証、技術者の役割については、情報技術のリスクを内容とする科目の一部として取り入れることが考えられる。
- J 1 L 4－社会・経済・経営いずれの分野も、既存の情報システムを使うだけでなく新たな情報システムを構想できることが今後不可欠となると考えられる。それぞれの分野において、情報システムを扱う科目を設け、既存の情報システムについて知ることに加えて、できればグループワークなどの形も取り入れて、新たなシステムを構想する実習を盛り込むことが望まれる。
- J 2 L 3、J 2 L 4－システムが提供する価値や、システムの使いやすさなどの考え方も知っておく必要がある。上記のシステムを構想する実習と組み合わせ、そのシステムの提供する価値、社会との適合性・親和性について考えさせたり、特定の部分についてユーザインタフェースまで含めて構想しそれを評価させたりする（可能ならインタフェースだけ試作し検討する）ことが望ましい。

【理工】 理学・工学

理学・工学分野は比較的均質であり 1 グループとして扱っている。情報系（情報科学・情報工学）もこの中に入る。これらは当然ながら専門教育の中で深い内容までカバーしているが、共通教育については他の理学・工学と共通しているものとして扱った。現実でも、情報系は理学部・工学部に含まれている結果、そのようになっていることが多い。

- A 5 L 4－制御プログラムを実際に作成して体験する授業は理工系の学部の専門基礎として提供されるべきであるし、それを他の専門の学生も取れることが望まれる。さらにそれを進めて、組み込みシステムやその開発に関する進んだ内容まで扱うことが考えられる。また、そのような体験や知識を土台として、自動運転などの AI 技術がどのようにできているか、何が可能で何が難しいかなどの事柄まで学ぶことが望まれる。

- C 2 L 2－モデルについては、電気系・機械系・情報系など分野により重要なものが異なっており、それをを用いた問題解決の内容もその分野ごとのものになる。ただし、情報学のモデルも情報システムなどとの関連で重要になるので、それぞれの分野のモデルを扱う科目の一部を割いて、状態遷移図やデータフロー図などのモデルについても扱うことが望ましい。
- C 3 L 4－シミュレーションについてはそれぞれの分野ごとのモデルを題材として取り扱うことが想定される。題材としては、流体シミュレーション、有限要素法など多様なものがある。その上で、シミュレーションによる問題解決までを体験する科目があることが望ましい。
- C 4 L 3、C 4 L 4－モデルを用いた最適化についても、それぞれの分野ごとに主要なモデルを扱うことが想定される。ただし、解析的に解を求める方法だけでなく、プログラムを動かしシミュレーションを行ないながら求める方法から始めて、山登り法やジェネティックプログラミングなどのソフトウェア的解法も含めて(またメタヒューリスティクスに重点を置いた方法も含めて)実習することが望まれる。
- D 4 L 4－理工系の中では、定量データを用いた問題解決について、それぞれ分野ごとのやり方があり、まずそれを学ぶことは必要である。さらに、定性データについては理工系ではあまり扱われない面があるが、定性データも重要であることやその扱い方法を同じ科目の中で一通り学ぶことが必要である。
- E 1 L 4－計算可能性やチューリング完全などの話題は情報系の内容ではあるが、単独の科目として専門基礎の中で開講したり、またはコンピュータにできること、という位置づけでプログラミングやアルゴリズムを扱う科目の中でトピック的に取り上げたりすることが考えられる。後者の場合には情報系以外のさまざまな専門で実施するプログラミング科目とも組み合わせられる。
- E 2 L 4－並行計算やタスクスケジューリングはそれ自体理工学的に興味深い題材であり、理工系の専門基礎科目の中で単独の科目として扱うか、プログラミング科目の一部として扱うことが望ましい。
- F 1 L 4、F 4 L 4－理学・工学のそれぞれの分野において、コンピュータは問題の解を求める有力な手段であり、その具体例を学ぶ科目が必要である。
- F 3 L 4－チームによるソフトウェア開発や、そこで起きるさまざまな問題に対処する必要性について実習中心で、理工系の専門基礎科目の中で取り扱うことが望まれる。そのような科目は、他専攻からも選択できるようになっていることが望ましい。
- H 1 L 4－電子政府については、公共の情報システムの1つとして位置付け、情報システムを扱う科目中に含めることが考えられる。システムの監査や認証の話題、技術者倫理の話題は、理工系の専門基礎科目の中で扱われるべきである。1科目単独で開講することが難しければ、情報技術を扱う他の科目の一部として位置付けることも考えられる。

- J 1 L 4－組み込みシステムとネットを組み合わせた概念である IoT などもシステムの話題の一環として取り上げることが考えられる。またはこれに重点を置くなら単独の科目とすることも考えられる。
- J 2 L 3、J 2 L 4－理学・工学の立場から、システムが問題を解決するときその価値について考え、それに基づいて必要なシステムを考案・提案することをソフトウェア作成の科目の中で取り入れる必要がある。
- J 3 L 3、J 3 L 4－ある程度複雑なシステムを開発するときの問題や、開発プロセスに関する経験は、工学系の場合はそれぞれの分野に対応するシステムの構築を題材とし、それ以外の場合は情報システムの開発を題材として、単独の科目として実習中心に取り扱うことが望ましい。

＜参考資料5＞情報学の参照基準における各項目の再掲

「情報学の参照基準」では、情報学固有の知識体系を次の5項目に整理している。(かっこ書きした分類名称は本報告で参照のために付した。)

(知識:情報一般) 情報一般の原理 - 情報と意味、情報の種類、情報と記号、記号の意味解釈、コミュニケーション、社会的価値の創造

(知識:機械情報) コンピュータで処理される情報の原理 - 情報の変換と伝達、情報の表現・蓄積・管理、情報の認識と分析、計算、各種の計算・アルゴリズム

(知識:情報処理) 情報を扱う機械および機構を設計し構築するための技術 - コンピュータのハードウェア、入出力装置、基本ソフトウェア

(知識:人間社会) 情報を扱う人間社会に関する理解 - 社会において情報が創造・伝達される過程と仕組み、情報を扱う人間の特性と社会システム、経済システムの存立と情報、情報技術を基盤にした文化、近代社会からポスト近代社会へ

(知識:システム) 社会において情報を扱うシステムを構築し活用するための技術・制度・組織 - 情報システムを開発する技術、情報システムの効果を得るための技術、情報システムに関わる社会的なシステム、情報システムと人間のインタフェースに関する原理や方法

「情報学の参照基準」ではさらに、情報学に関係するジェネリックスキルを次のように分類している。(かっこ書きした分類名称は本報告で参照のために付した。)

(汎用:創造性) 創造性 - 創造力・構想力・想像力。

(汎用:論理) 論理的思考・計算論的思考 - 論理的思考能力・論理的緻密さ・演繹する能力。概念化・モデル化・形式化・抽象化を行なう能力。

(汎用:問題解決) 課題発見・問題解決 - 問題発見能力。問題解決能力。システム思考。クリティカルシンキング。

(汎用:コミュ) コミュニケーション能力 - コミュニケーション能力・プレゼンテーション能力。

(汎用:チーム) チームワーク・リーダーシップ・チャンス活用 - 協調性。リーダーシップ。ストレス耐性。

(汎用:主体性) 分野開拓・自己啓発 - 主体的に学習する能力。融合する力・関連付ける力。

「情報学の参照基準」ではさらに、情報学を学ぶ学生が獲得すべき専門的能力を次のように分類している。(かっこ書きした分類名称は本報告で参照のために付した。)

(専門:情報処理) 情報処理・計算・データ分析。情報の構造を設計する能力。計算を設計し表現する能力。形式的なモデルのもとで演繹する能力。情報を扱う機械を作る能力・運用する能力。巨大なデータを扱う能力。

(専門:システム) システム化。システムの体系・構造を理解し表現する能力。社会において情報を扱うシステムを作る能力・運用する能力。複雑なシステムの作成を管理する能力。社会において情報に関わる問題を発見し解決する能力。

(専門:倫理社会) 情報倫理・情報社会。情報一般の原理を自覚して情報社会に積極的

に参画する能力。個人および社会に対する情報の意義や危険性を読み解く能力。社会においてルールを遵守しつつ情報を利活用する能力。

＜参考資料6＞用語集

アーカイブ： 書庫・保管庫の意味で、情報をまとめて格納する場所やファイルを表す。

アーキテクチャ： 構造をさだめる枠組みの意味。コンピュータの命令体系の意味でも用いる。

アクセシビリティ： さまざまな特徴を持つ人でも(情報やものに)アクセスできること

アブダクション： 仮説を導き出すような推論の意味。

アプリケーション： 応用プログラム、個々の具体的な作業を実現するプログラム。

アルゴリズム： 計算や情報処理の手順のこと。プログラムの骨格部分。

アンプラグド[コンピュータサイエンス]： 情報科学の本質部分をコンピュータを使わずにカード等の道具を用いて学ぶ活動。

インタフェース： 複数のものどうしが接する境界。人間とコンピュータの境界だと「ユーザインタフェース」となる。

エージェントシミュレーション： コンピュータで自律的に動く主体(エージェント)をプログラムして行うシミュレーション。

エスノグラフィー (文化人類学)： 人間の集団が持つ文化やふるまいなどを扱う学問。

エントロピー： 物体群や情報が規則性を持つ状態からどのくらい外れているかの度合い。

オープンデータ： 誰もが無償で利活用できる形で公開されているデータ。

カテゴリ： 分類における大項目ないし範疇。

クリティカルシンキング (批判的思考)： ものごとを検討するとき本質的・不可欠な要素に注目して考えること。

クリティカルパス： 経路群のうち必ず通る必要があったり全体時間に直接影響を与えたりするような部分。

グラフ： (1) 数値などをわかりやすく図示するもの。(2) 頂点と辺の集まりからなる図形(数学的概念)。

コード： プログラムの断片の意味。

コミュニティ： 互いにやりとりし合うグループないし集団のこと。

コンテンツ： (ネット等で公開するような)情報の中身ないし集まり。

サイト： Web サイト (WWW の情報を蓄積したりサービスを提供したりするところ)の意味。

シミュレーション： システムの挙動をモデルに基づき模倣すること

シンギュラリティ： AI (人工知能)の能力が人間の能力を上回ることで社会的変化が生じる転換点。

ジェネティックプログラミング： 仮想的な遺伝子の組み合わせによって情報を表現し、それを一括操作して並列度の高い情報処理 (特に最適化) を行う枠組み。

ジェネリックスキル： どのような専門分野にも汎用的に通用したり必要とされたりするような技能。

スキーマ： 情報を蓄積したり操作したりする際の一般的な形を定める枠組み。

スケジューリング： 作業や個々の仕事をどの順番で(ないしどれとどれと一緒に)実行していくかを定めること。

ステートチャート: システムの複雑な状態変化を表現するのを得意とする図法。

ゼミ(セミナー): 集団でテーマを決めて資料を読んだり討論して知識や理解を深める活動。

タートル: プログラムの指示により移動させ、その軌跡で図形が描けるような画面上のしるし。

タスク: 作業、仕事の意味。作業の進め方などを一般化して論じる際に用いる言い方。

タスクスケジューリング: 作業をどの順番で(ないしどれとどれと一緒に)実行していくかを定めること。

チューリングマシン: 研究者アラン・チューリングが提唱したコンピュータの動作のモデル。

チューリング完全: チューリング機械によって実現できる計算手続きをすべて表現できること。

テキストマイニング: テキスト(文字の情報)から意味のある情報を抽出していく処理全般をさす言葉。

データサイエンス: データから意味のある情報を取り出すような手法や考え方全般を意味する言葉。

データソース: 情報処理に用いられるデータの由来ないし情報源。

データフロー: データの流れ全般(分岐、合流、処理を含む)を意味する言葉。

データベース: (1)データを蓄積し処理する機能を提供するソフト。(2)有用なデータを集めて蓄積したもの。

データマイニング: データから意味のある情報を抽出していく処理全般をさす言葉。

ハイパーテキスト: テキスト(文字情報)の中にリンク(つながり情報)が埋め込まれ互いに行き来できる形のもの。

パケット: 通信において、やりとりされる上限サイズと形式の決まったデータのまとまり。

万能チューリング機械: すべてのチューリング機械をシミュレートすることのできるチューリング機械。

フィードバック: 情報処理において、結果(出力)の一部を入力に戻すような形をとること。

プロセス(過程): 作業ないしタスクをこなしていく際の順序ややり方。

プロトコル(通信規約): 通信において、どのような形のデータをどのように交換していくかを定めたもの。

マインドマップ: 重要概念を中心におき、関連するものを次々に周囲に記入して関連を検討する図法の1つ。

マルウェア: コンピュータウイルスなど、悪意をもって作成・配布されるソフトウェア全般をさす言葉。

マルチメディア: コンピュータで最も基本となる数値・文字以外の情報(音声、画像、動画等)を含んだもの全般を指す言葉。

マルチメディアコンテンツ: 文字以外の種類の情報を含むコンテンツ全般を指す言葉。

メタサイエンス: (1)メタリサーチ。公表された研究群の調査研究。(2)複数分野の科学に

共通して必要な学問(本報告ではこの意味)。

メタヒューリスティクス: 特定の目的をうまく達成する知恵や方法(ヒューリスティクス)を一般化した知恵や方法。

メディアリテラシー: 情報を伝達する媒体(メディア)をうまく使いこなせる力。

メディア (媒体): 情報を運ぶものや手段。USB メモリなどの「もの」にも、新聞やテレビなどの「社会的手段」にも使われる。

メモリ (主記憶): コンピュータが扱う情報を格納する主要部分。実行中のプログラムやそれが扱うデータを格納する。

ユーザインタフェース: ユーザ(人間)とコンピュータとの境界部分。

ユーザエクスペリエンス: ユーザ(人間)がソフトウェアや情報システムと対することで持つ経験全般のこと。

ユニバーサルデザイン: ささまざまな特性を持つ人でも問題なく扱えるようにユーザインタフェース等を設計すること。

ライブラリ: 複数のコンピュータのプログラムで共通して活用できるようなソフトウェアの部品の意味。

ランダム: サイコロを振って決めるように、実行のつど異なる選択肢や振舞いを取ること。

リソース (資源): コンピュータ上の処理において限りのある対象物。メモリの領域、CPUの使用時間などがある。

ループ: プログラムにおいて繰り返し実行される部分のこと。