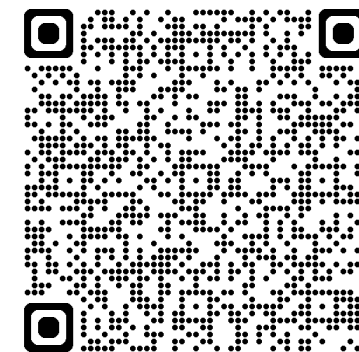


高等学校デジタル教育の失われた30年～分析と
対策(続): 情報科カリキュラム案の理念と内容～

高等学校デジタル教育の失われた 30年とその対策(続)

～カリキュラム案の理念と内容～

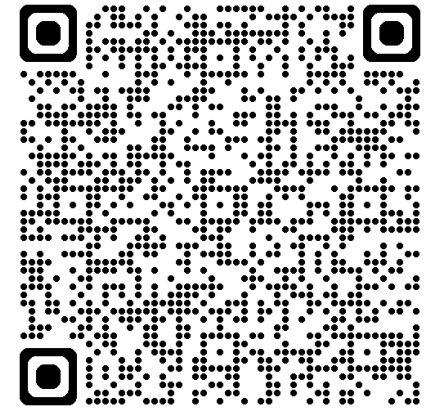


夜久竹夫(日大)、安齊公士(関東学園大)、穴田浩一(早大高等学院)、
尾崎知伸(日本大)、後藤隆彰(東洋大)、齋藤実(→東洋大)、天良和男(学芸大)、
山崎浩一(電機大)、横田健(日大)、久野靖(電通大)、小泉力一(→北大)

情報処理学会第87回全国大会,

2025.3.13 立命館大いばらきキャンパス

タイトルの説明



<u>デジタル教育</u>	≡コンピューティング教育 公務員試験デジタル分野
<u>失われた30年</u>	1990年前後～2020年前後
<u>理念</u> (コンセプト)	対象、概念、原理、法則

要旨

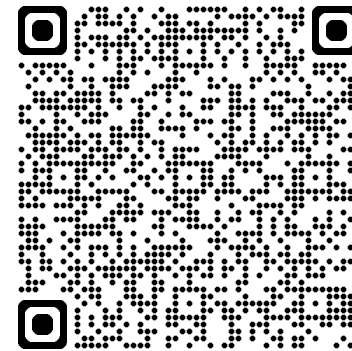
- ・ 提案カリキュラム(JAEIS関東東北支部案)の理念と内容→ § 2
- ・ カリキュラム案の評価：IPSJ J-17(大学用)と学術会議指針2020と整合→ § 3

位置づけ

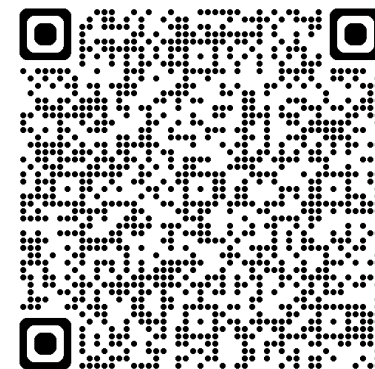
指導 要領→ 項目↓		1970、78 数学		2003 情報	2017 情報	前論文	本論文
		CS以外	コンピュータ分野				
			←— 失われた30年 —→				
分野名称		数学	計算機/コンピュータ	情報	情報	デジタル	←
原理	対象	数、図形	コード・回路 コンピュータ	情報	情報	ビット列(理念)	+カリキュラム
	法則	定義、定理	仕組み、はたらき	利活用の法則	利活用の法則 主体	原理 仕組み	+カリキュラム
応用		応用問題	コード	課題解決 (コード除く)	課題 解決	応用 コード	+カリキュラム
態度		数学マインド	デジタルマインド→生産者	利用者・購入者	利用者・購入者	計算世界 観→デジタル創造者	+カリキュラム

参考文献

1. 教学社編集部編, '85大学入試シリーズ 東海大学(工学部・第二工学部・短期大学部), 教学社, 1984.
2. J.D. Gal-Ezer et al, A high school program in computer science, Computer 28 (10), 73 – 80, 1995.
3. ACM, A Model Curriculum for K-12 Computer Science, CSTA-ACM, 2003
4. ACM-IEEE CS, Computing Curricula 2005 –The overview report, ACM, 2005.
5. 情報処理学会、情報専門学科におけるカリキュラム標準J07, 情報処理学会.
6. 夜久竹夫, 杉田公生, 土田賢省他:ビット列にもとづく情報科の普遍理念, 日本情報科教育学会第1回全国大会, 111– 112, 2008
7. 情報処理学会他、初等中等教育における一貫した情報教育(情報学教育)の充実について(提案), 2015
<http://www.ipsj.or.jp/release/jyouhoukyouiku20150424.html>
8. M. Smith, Computer Science for All, White house, 2016
<https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all>
9. 日本学術会議情報学委員会 情報科学技術教育分科会、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.
10. 久野靖, 夜久竹夫他,コンピューティングの概念に基づいた必修・選択・選択型高等学校「情報科」カリキュラム案の詳細,日本情報科教育学会第8回研究会報告,2017.
11. 夜久竹夫, 巻頭言 新たな時代への備え～CSリテラシーの重要性と位元学という視点～, 日本情報科教育学会誌11 (2018).
12. 夜久竹夫, 情報教育について-初等・中等教育段階における情報学-, 理工系情報学科・専攻協議会配布資料 2018.7, 金沢
13. 日本学術会議情報学委員会 情報学教育分科会、情報教育課程の設計指針 ― 初等教育から高等教育まで、2020.
14. 国立教育政策研究所教育研究情報データベース, 学習指導要領の一覧, 2022現在.
<https://erid.nier.go.jp/guideline.html>



1. はじめに



研究の趣旨

- デジタル教育は重要 ← 一国の浮沈に関わる重大問題。子供たちのCS学習は国を左右する（e.g. オバマ大統領 2013 [8]
- 行政、経営者、政治家、選挙民もデジタルを知る必要←デジタル赤字公表10兆円
- 日本のレベル：低下 ← 30年で遅れた
- 扱うテーマ：日本のデジタル教育の復活（次の指導要領）

背景

CS時代

1970年 告示数学科指導要領：デジタル教育開始[14]、
電子計算機の機能と流れ図

1980年代 私大理工系入試 流れ図や論理回路 [1]

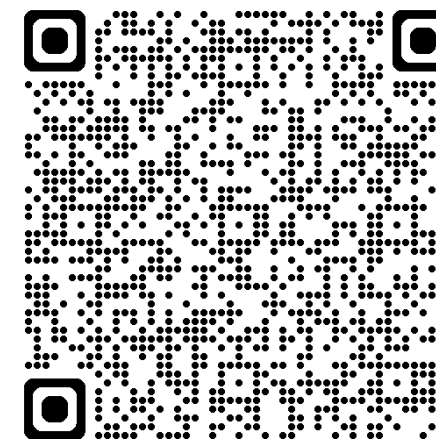
日本のデジタル教育は世界の一線レベル。

このころ 情報教育＝ほぼプログラミング教育

1990年頃 私大入試からデジタル問題排除

CS時代の終わり = 失われた30年の始まり

1995年 高校CS教育の提唱 ・ ・ ・ J. Gal-Ezer [2]



背景(続き)失われた30年[14]

1998年告示指導要領： 共通教科情報新設、

プログラム除外、情報の利活用が主。情報科学は従

1998頃 情報科教員免許の課程： CS各分野

2013年 “CS学習に国の未来がかかる。
買う→作ろう” アメリカWH [8]

2017年告示指導要領： 情報I (必修)と情報II(選択)

全生徒がプログラミング

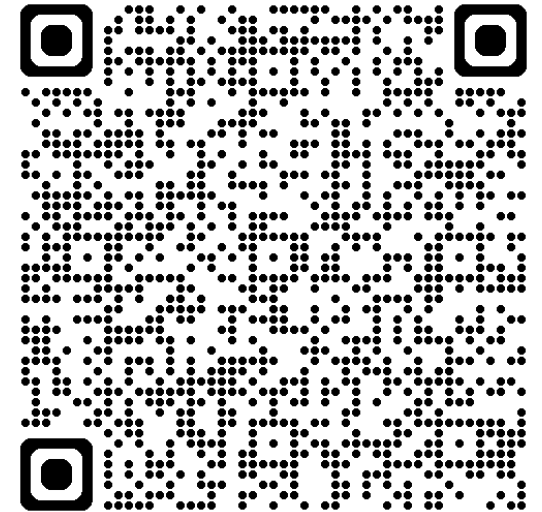
最近 2025年情報入試導入

問題点

後退した

デジタル教育が遅れた←原理や仕組みの教育が減った。

→クラウド、半導体開発に無関心、日本の衰退に影響？



目的と結果

- 目的 (1)カリキュラム案の理念解説
(2)内容解説
(3)評価

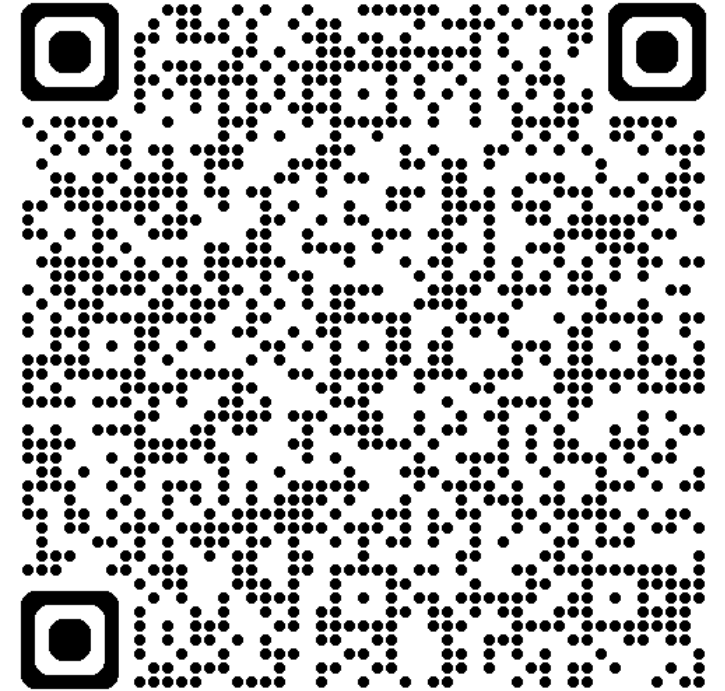
結果

(1)理念:3本柱は以下の通り

- (理解:デジタルの概念・原理・法則)
 - (能力:デジタルで表現し解決)
 - (態度:計算的世界観)
- (2)内容:

(2)内容解説:情報I、II、IIIを解説

(3)評価: IPSJ大学カリキュラム標準・学会設計指針との関係→適合



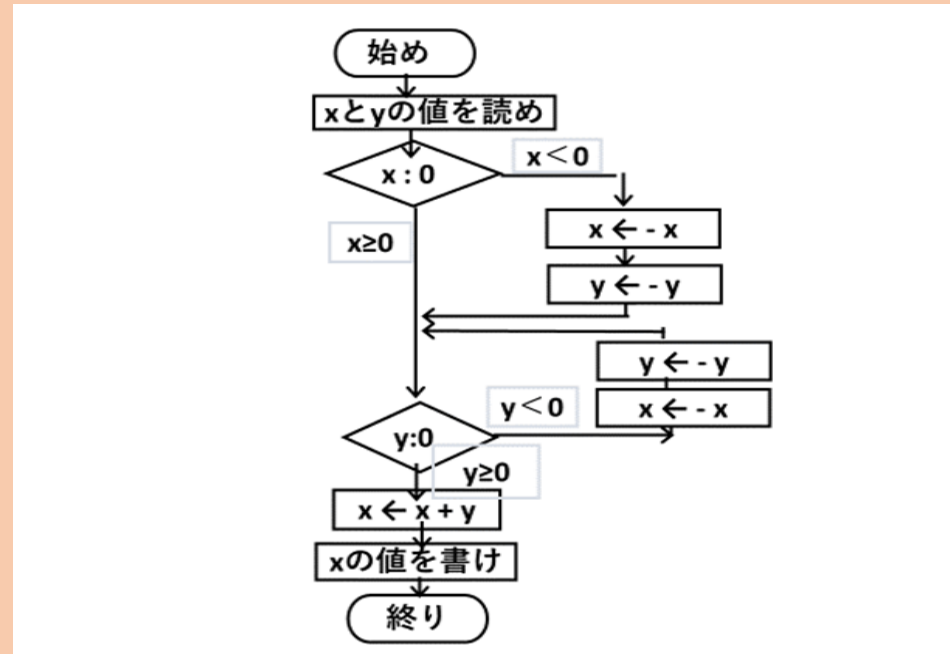
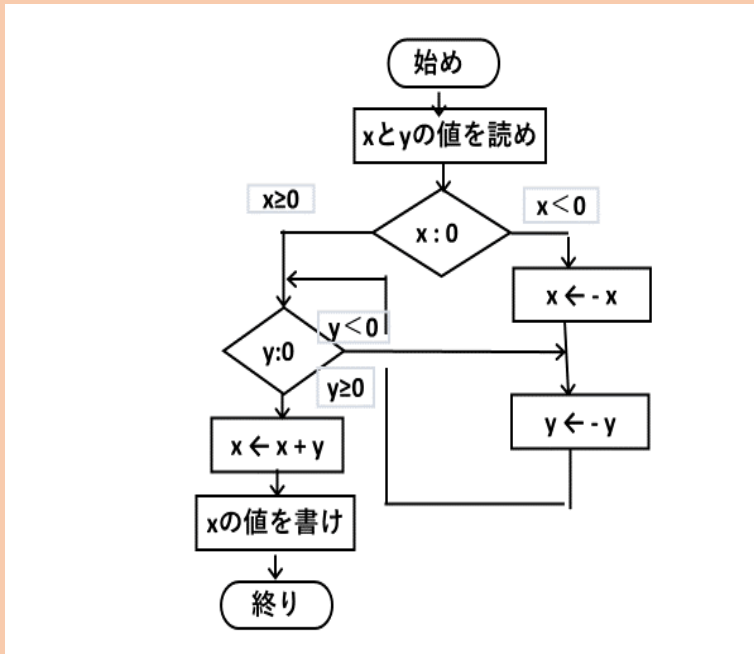
前論文の2節. 失われた30年

2. 1 始まる前の私大理工系入試問題例 [1].

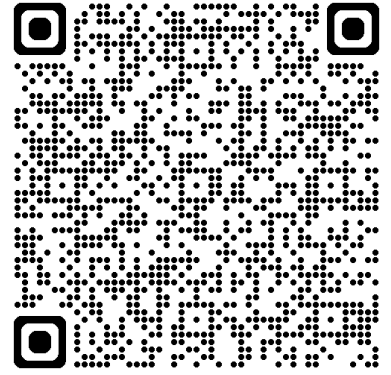
(1) アルゴリズムの例: (著者2名過去に在籍、次も同じ)

昭和59 東海大工・第二工 応用数学【3】

つぎの流れ図が等しい値 x を出力する点 (x, y) の存在する領域を図示せよ。



ただし、 xx は $\leftarrow$ の右辺の値を左辺の変数に代入することを表す。



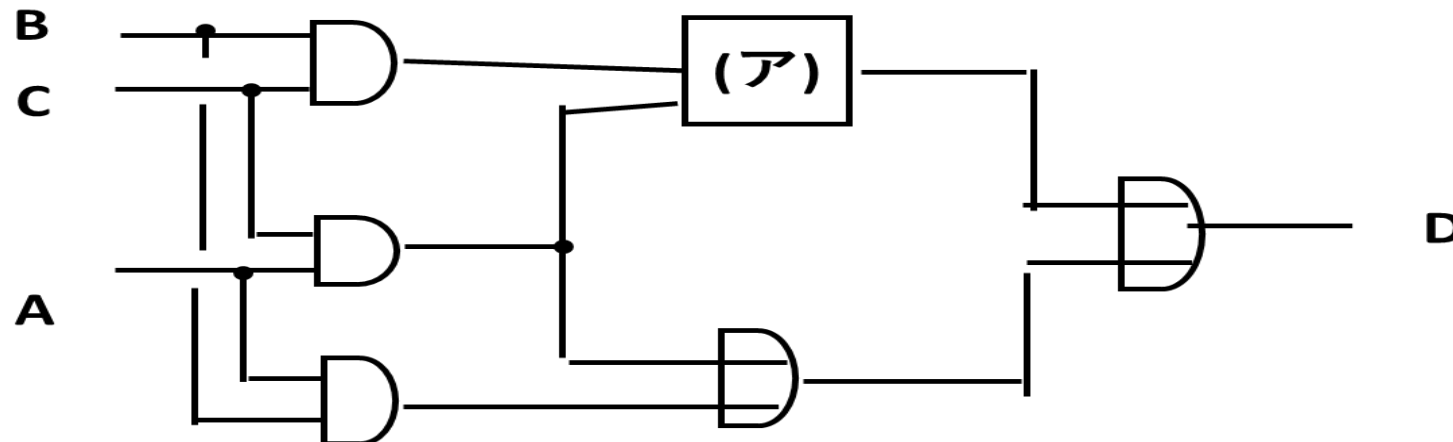
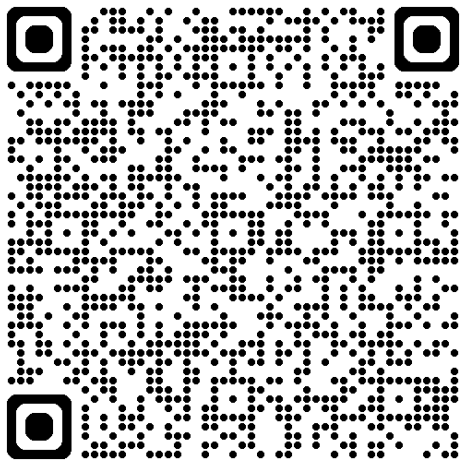
(2) 次に論理回路の問題例 [1]

論理回路：半導体を理解する上で必須。

技術者や研究者だけでなく、基本的な知識は選挙民や政策運営者すべてに必要。

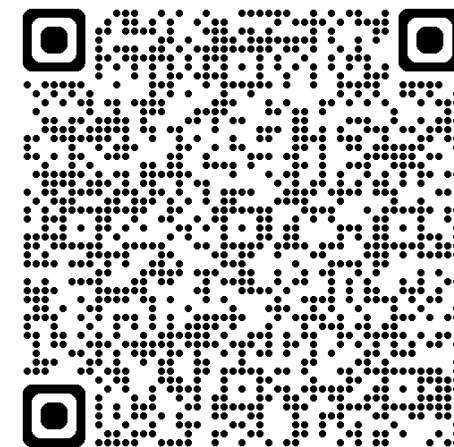
昭和59 東海大工・第二工 応用数学【3】

(1) 回路図(a)で $\wedge$ ○○ はアンド回路, $\vee$ ○○はオア回路を表す。次の表(b)を得るように、図(a)の空欄(ア)にアンド回路, またはオア回路を入れよ。(2) (1)で求めた回路に従って, A, B, Cにつぎの値を入力したときの出力D の値を求めよ。(i) $A=1, B=0, C=0$, (ii) $A=1, B=1, C=0$



前論文の2. 2 その後30年間に起きたこと: 高校

- 1980年代後半 入試問題から消滅→高校CS授業が減↓
- 1980年代後半比で大学入学者の平均的デジタル知識: ↓
- 大学の現在: 大学デジタル教育の質: ±維持
情報科の理念がこのままだと↓の可能性。
- 高校の現在: (狭義の) 利活用主体
(広義の) 利活用 (生産・コード) は軽視
- 重点の変遷: アルゴリズム→利活用・倫理
日本のDXは遅れた、IT立国は叫ばれた、
プログラミング教育は情報教育界の外から

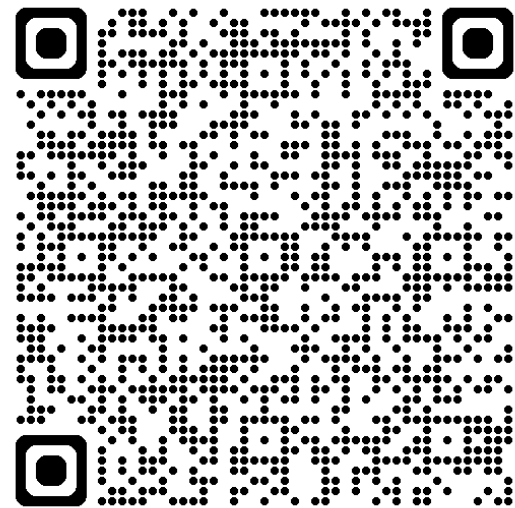


→情報科とデジタル教育は乖離(§3◎②)
デジタルの理解と発展: 世界最先端→後進国化

前論文の2. 3 高校デジタル教育の周辺状況

(1) 中学のデジタル教育 技術・家庭科 [14]

	中学	技術・家庭科	技術分野	指導要領
	89.3告示	98.12告示	08.3告示	17.3告示
分野名	F 情報基礎	B情報とコンピュータ	D 情報に関する技術	D 情報の技術
内容	仕組み＋簡単なプログラム作成	仕組み・機能＋簡単なプログラムの作成	構成・仕組み＋簡単なプログラム作成	原理・法則＋プログラム制作)



→生徒目線: 高校で、コンピューティング(CS)の授業可能

(2) 大学と教員養成の状況、大きな問題無し [5, 6, 9, 14]

学術会議	IPSJ(≒ACM)	課程認定	参考:学術会議教育～高校
ア 情報一般の原理 イ コンピュータで処理される機械情報の原理 CS	CS	コンピュータと 情報処理	情報とコンピュータの仕組み A, プログラミング C, E, F
ウ 情報を扱う機械および 機構を設計し実現するための技術CS CE	CE		
オ 社会において情報を扱うシステムを構築し運用するための技術・制度・組織 IS IT SE	IT	マルチメディア	コミュニケーションとメディア G
	IS	システムと ネットワーク	データ B, D
	SE		
エ 情報社会学	GE	情報と社会	社会と情報 H, 総合 I, J, K

本来の情報科教員の知識構造(1)イメージ、 情報科免許課程認定カリキュラムの体系(実現済)

スマホ、プラットフォーム (≈数千万行)

半導体
が集まっ
てコン
ピュータ、
更にスマ
ホ、プ
ラット
フォーム、
AIいたる
体系

SE, IS, IT, CE

コンパイラ(≈数万行)

CS コンパイラと
言語 (Chomsky)

答える知識:

Q. 構築(人・金)?

Q. 重要性?

Q. なぜ政経問題?

≈4k素子の論理回路+メモリー⇒拡大⇒ CPU(数千万～数億)

CE, CS 機械語 (Neuman)
計算の理論 (Turing)
論理回路の理論 (Shanon)

スイッチング素子
CS ビットの原理(演算の法則)

→大学目線: 先進的CS教員[3,4,11,14]を養成済み。

本来の情報科教員の知識構造(2)

情報科免許課程認定カリキュラムの内容(実現済)

理系学科と同じ構図。概念・法則＋応用＋態度

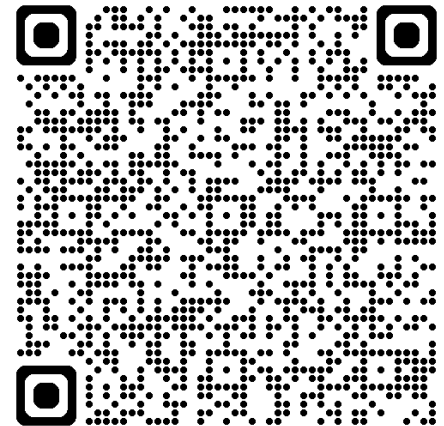
講義

演習

ゼミ

知識獲得には、教養課程以外に大学2年間60単位程度必要

・・・ 数学、物理、化学と同様。
短期の講習では不可能



問題のもと:コトバのすれ違い→「情報」で情報処理教育は無理”だった”→名称変更(前論文)

情報

非専門家
(政治家、行政、経営者、選挙民、消費者)の知識が大事

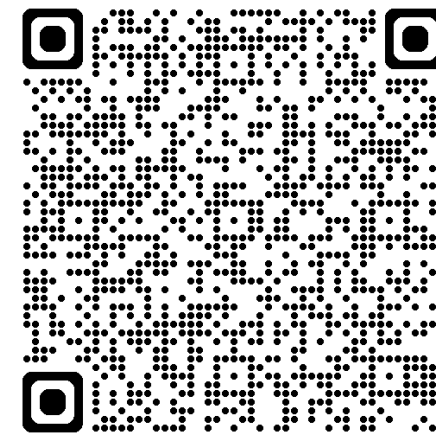
デジタルの原理と法則：
情報処理学会の考える情報の重心
...

デジタルの理解と発展に資する。
デジタル先進国に復帰

情報一般の原理と法則
(大学でも分からない)；
現在の情報科関係者一般の考える情報の重心。
...→利活用の原理と法則（→倫理）

デジタルの理解と発展に資さない。デジタル後進国のまま
デジタル赤字公表10兆円(2024年)

2. カリキュラム案[6, 7]



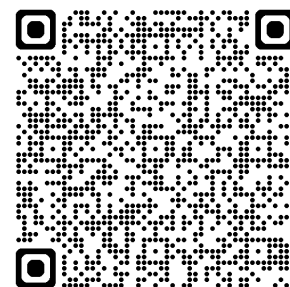
2. 1 範囲・目標

- 趣旨 デジタルの理解と発展に資する
- 重視: 対象とその法則の理解及び応用 ← 理系
- 範囲、名称: 国家公務員試験のデジタル区分と同様 ← 行政、外国の官庁名、新聞用語
- 対象: computing、デジタル ← デジタル情報の大小正誤 ≠ 情報の大小正誤(扱えない)
- 目標: computingの概念・原理とその法則の理解及び応用、態度 ← 指導要領の三本柱
- 以下は重視しない(詳細は当該教科):
 - シミュレーション(数学)、
 - 情報コミュニケーション(国語、社会)、
 - 情報モラル(公民科倫理)

目標

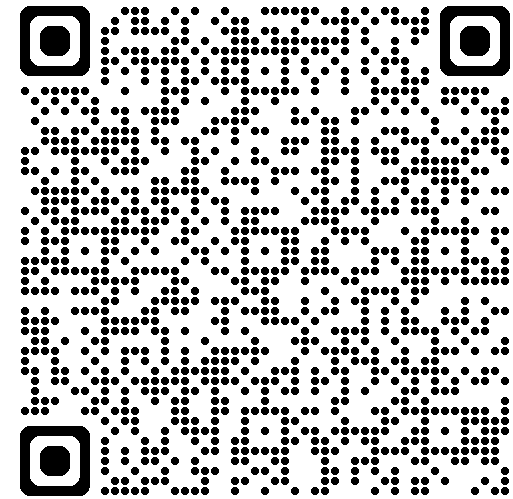
理系(数学科)指導要領に合わせる。赤字は注釈、黒字は本文

- (理解: デジタルの概念・原理・法則)「デジタル的活動を通じて、デジタルの基本的概念や原理・法則の理解を深め、デジタル情報と情報処理に関する概念と原理・法則を理解し、
- (能力: デジタルで表現し解決)世界をデジタルで考察し表現する能力を高めし象をビット空間に表現しプログラムにより処理する能力を高め、デジタル創造の基礎を培うとともに
- (態度: 計算的世界観)デジタルの良さを認識し、それらを積極的に活用してデジタル的論拠に基づいて判断する態度を育てる。」



科目名

コンピューティングを指向して、[9]に合わせて以下の3科目を想定する。
CSを表す漢字表現として位元学を提案
現状を考慮して国家公務員試験区分で使われている、「情報工学」から
替わった「デジタル」に合わせて「デジタル科」(cf「1」)。



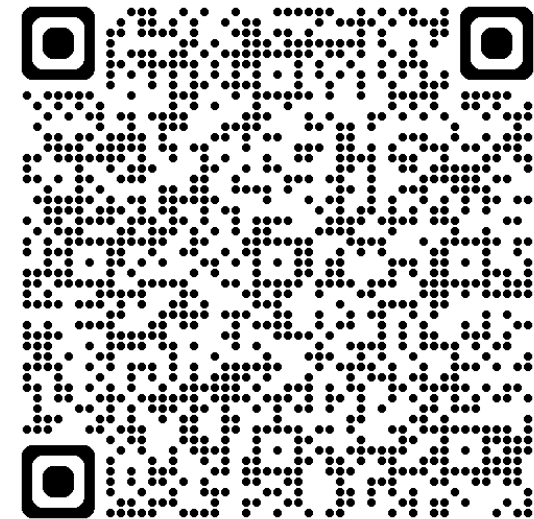
各科目の概要

上のようなコンセプトにより、以下のようなカリキュラム案[6, 7]を作成(JAEIS関東・東北支部案として提案)。

科目数: 5学会提言[8]に沿い3科目.

分野構成: 課程認定、情処カリキュラム標準07に準拠

以下で、各教科の詳細



(1) デジタル I (必修)

目標:

理解: デジタル技術とデジタル化の進展が社会に及ぼす影響をデジタルの科学的な側面

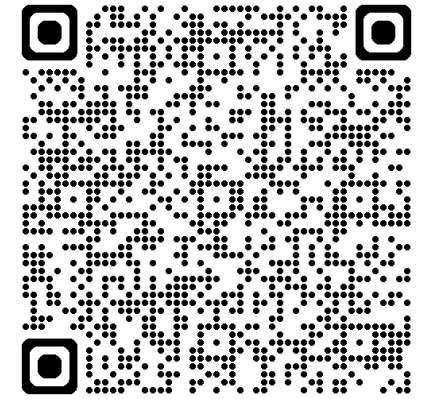
習得: デジタルとデジタル技術を問題の発見と解決に効果的に活用させるための知識や技能, 科学的な考え方

態度: デジタルおよびデジタル手段を主体的に活用し新しい価値を創造する能力と態度。

表6 情報 I の内容

内容	キーワード
(1) コンピュータとプログラム ア コンピュータの基礎 イ アルゴリズムの基礎 ウ プログラミング技法の基礎	コンピュータの仕組み 変数の概念・制御構造 計算の手間 検索・並べ替え・モデル化とシミュレーション
(2) 情報通信ネットワーク ア 情報通信ネットワークの仕組み イ インターネット上のサービス ウ インターネットの安全性と信頼性	ネットワークと通信の仕組み 電子メール・WWW・情報検索の仕組み 符号・暗号・情報セキュリティ 社会におけるネットワーク
(3) デジタルメディア ア デジタルメディアと社会 イ 情報のデジタル化 ウ デジタル社会を支えるデジタル技術	数値の表現・文字の表現 静止画・動画像・音声・マルチメディア 圧縮 情報保護

(2) デジタルⅡ (選択)



目標:

理解: デジタル情報社会の基盤である, 通信を伴う大規模情報システムの仕組みや役割, 影響

習得: 情報を効果的に収集, 蓄積, 処理, 伝送するための科学的な考え方

態度: 安全性信頼性の高いデジタル情報社会の発展に, 社会的かつ技術的な側面から主体的に参与する能力と積極的に参画する態度。

表7 情報Ⅱの内容

内容	キーワード
(1) コンピュータ ア ハードウェア イ ソフトウェア ウ コンピュータシステム	ブール代数・論理回路 基本ソフト アプリケーションソフト コンピュータで扱うデータ
(2) 情報システム ア 情報システムの仕組み イ 人と情報システム ウ 情報の蓄積と管理	情報システムの形態 人と情報システム データベース センサーネットワーク
(3) デジタル社会 ア インターネットとコミュニケーション イ デジタル社会の安全性 ウ デジタルと社会	ソーシャルメディア 社会とのかかわり 安全な社会

(3) デジタルⅢ (選択)

目標:

理解: プログラミングやソフトウェアの仕組みに関する概念と法則,

習得: 上で理解した知識を活用するための技術

態度: 計算機科学の基礎となる学問分野の初歩を更に学習する態度

表8 デジタルⅢの内容

内容	キーワード
(1) プログラミング ア プログラミング技法 イ データベース操作 ウ 問題解決とプログラム	プログラミング言語の潮流 制御構造・データ構造・アルゴリズム データベース操作 プログラミング技法・問題解決
(2) ソフトウェア開発 ア ソフトウェア設計 イ ソフトウェア開発 ウ ソフトウェア管理	ソフトウェアエンジニアリング 開発プロセス ソフトウェア品質管理・テスト技法 ソフトウェアプロジェクト
(3) コンピュータ科学 ア 計算モデル イ プログラム言語と処理系 ウ データベースの理論	計算モデル アルゴリズムと計算可能性 プログラム言語と処理系 データベースの理論

3. 評価

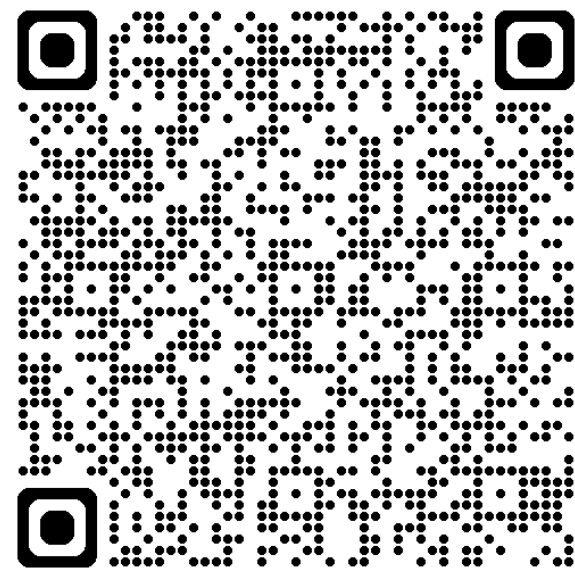
3.1 情報処理学会大学カリキュラム標準[9]との整合性

情報処理学会：ACM/IEEE-CS のComputing Curricula に対応して日本版の大学用カリキュラム標準を公表[5]。

前節のカリキュラム：J07に対応するよう設計、ここでは最新版のJ17(2017)への適合性を検証。

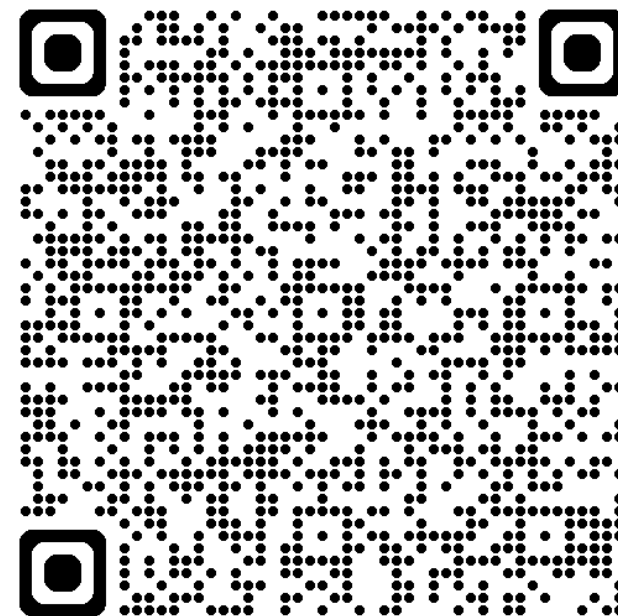
J17: 以下の7領域から構成。

我々のカリキュラム案: 以下の表のようにそれぞれの領域に対応。



情報処理学会大学カリキュラム標準J17[9] との比較表

カリキュラム標準J17の領域	支部案カリキュラムの項目
コンピュータ科学領域	I (1), II (1), III (3)
情報システム領域	I (2), II (2)
ソフトウェアエンジニアリング領域	III (2)
コンピュータエンジニアリング領域	II (1)
インフォメーションテクノロジー領域	I (3)
一般情報処理領域	III (3)
情報セキュリティ領域	I (3)ウ



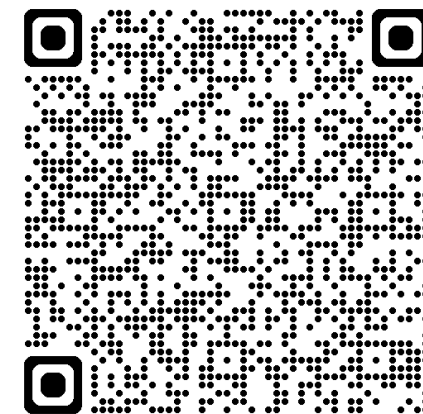
3.2 学術会議設計指針[10]との整合性

次に学術会議報告の情報教育課程の設計指針(2020)(初等教育～高等教育)[10] の各項目に関して本支部カリキュラムを検証。

カリキュラム標準:メソッド指向、同設計指針:目的指向
支部カリキュラムはメソッド指向⇒項目は設計指針の各カテゴリーとは対応しない。

以下の表のように各カテゴリーに対して複数のメソッドが対応することにより、カリキュラム全体として指針のすべてのカテゴリーを充足

⇒我々の支部案:設計指針2020 を充足



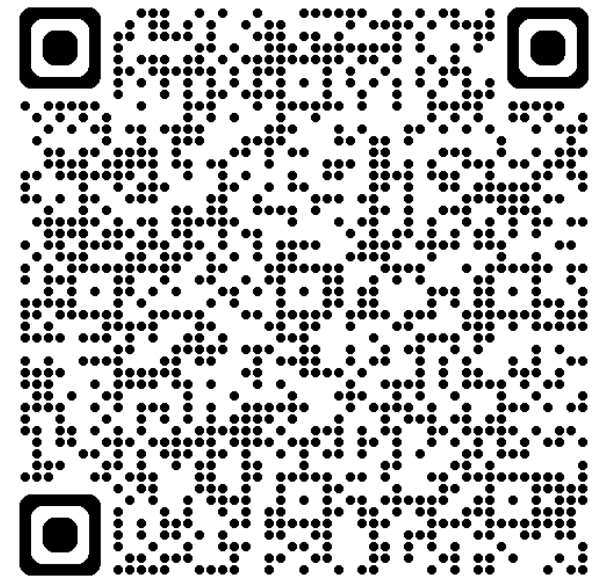
学術会議設計指針[10]との比較表

設計指針の領域	設計指針のカテゴリー	主に対応する支部案
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	I(1), II(1), III(1), III(3)
プログラミング	C.モデル化とシミュレーション・最適化 E.計算モデル的思考 F.プログラムの活用と構築	I(1) III(2) III(2)
情報の整理や作成・データの扱い	B.情報の整理と創造 D.データとその扱い	I(2) II(2)
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	I(3)
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	I(3), II(3)
(総合情報処理能力)	I.論理性と客観性 J.システムの思考 K.問題解決	I, II, III 全体で対応

→ 高等学校の提案カリキュラム案が実現した場合

⇒数学、物理、化学、英語のように大学の情報処理教育が発展軌道に戻る期待。

(注。大学新入生のレベル： 2020年代現在1990年頃と比較して低下)



4. おわりに

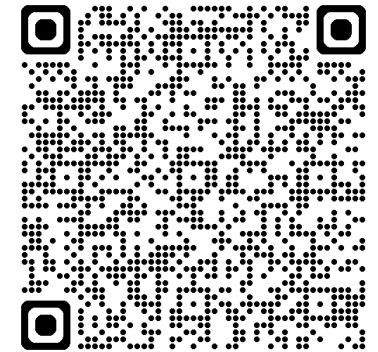
まとめ

情報処理学会他の提言[8]に基づき提案したカリキュラム案デジタルI,II,IIIの理念と内容を提示

理念:理系科目に戻す。

数学と同様に法則、表現、態度の三本柱に沿った目標:

- 「①デジタルの概念原理法則の体系的な理解し、
- ②世界をデジタルで理解、表現する能力を高め、
- ③デジタル的論拠に基づき判断する態度を育てる」。



最近の高校デジタル教育はクラウドやAI等の分野における利用者サイドに重点をおいているが、本カリキュラムは重点を供給者サイド(科学知識)に戻すことを意図。

検証:提案カリキュラム: IPSJカリキュラム標準J17と学術会議設計指針2020を充足

期待:入試への採用により、非専門の大学生一般のデジタル力が先進国に並ぶ(cf. 数学、理科)

永年指摘されてきたデジタル技術者の不足問題にも対応。

今後

- 近年のAI、自動運転、プラットフォームなどの分野における著しい進展に対応するようカリキュラムの詳細を検討する必要
- 担当教員の養成

END

