

高等学校デジタル教育の失われた 30年とその対策 ～情報教育の理念と名称の変更の提案～

夜久 竹夫(日本大学)

土田 賢省(東洋大学)

杉田 公生(応用オートマトン研)

2023. 3. 3

情報処理学会第85回全国大会 於電通大



口頭説明反映版:

<http://www.yakulab.org/ylabRR/waap-2023-003.pdf>

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
<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 法則

要旨

- 1980年代のデジタル入試を例示→ § 2.1
- デジタル入試が無くなった1990年頃～を概観→ § 2.2
- 分析 要因: 情報科の親学問≠情報科学 § 3。
- 対策 情報教育の理念と名称の変更を提案→ § 4

位置づけ



指導要領 →		1970、78 数学		2003 情報	2017 情報	本論
		コン ピュー タ以外	コンピュ ータ 分野			
				← 失われた30年 →		
① 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
	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	原理 応用
② 応用		応用 問題	コード	課題解決 (コード 除外)	課題 解決	
③ 態度		数学マ インド	プログラマ	アプリ 購入者	アプリ 購入者	デジタ ル生産 者

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

- 先進国: デジタル教育は重要 ← 例。一国の浮沈に関わる重大問題。子供のCS学習は国を左右する(WH 2013 [8])
- 日本のレベル: 低下 ← 30年で遅れた
- テーマ: 日本のデジタル教育の復活
- 次の指導要領への申し送り

背景(情報教育)



CS時代

- 1970年 **デジタル教育開始**[14]、
数学科: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。
- 1990年頃 私大入試からデジタル問題消滅
デジタル教育の中断 = 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(課程認定)：CS各分野
- 2013年 “CS学習に国の未来がかかる。
ゲーム買う→作ろう” アメリカWH [8]
- 2017年告示指導要領：**全生徒がプログラミング**
- 最近 2025年情報入試導入が議論

問題点

- デジタル教育の後退←原理や仕組みの教育：30年間減。
- ➡**クラウド、半導体開発に無関心、デジタル貿易大赤字、
DX遅滞、日本衰退**

目的と結果、構成

- 目的 (1)後退の分析
(2)対策(次期指導要領)



結果

(1)後退の原因(§ 3):

- ①語義 情報を国語辞書的な一般情報と捉えた ≠ 情報処理
- ②理念 主目標:(狭義の)利活用能力育成

(2)対策(§ 4):

- ①理念: × 情報の利活用 → ○ デジタルの原理と応用
- ②科目名: × 情報科 → ○ デジタル科、位元科

2. 失われた30年

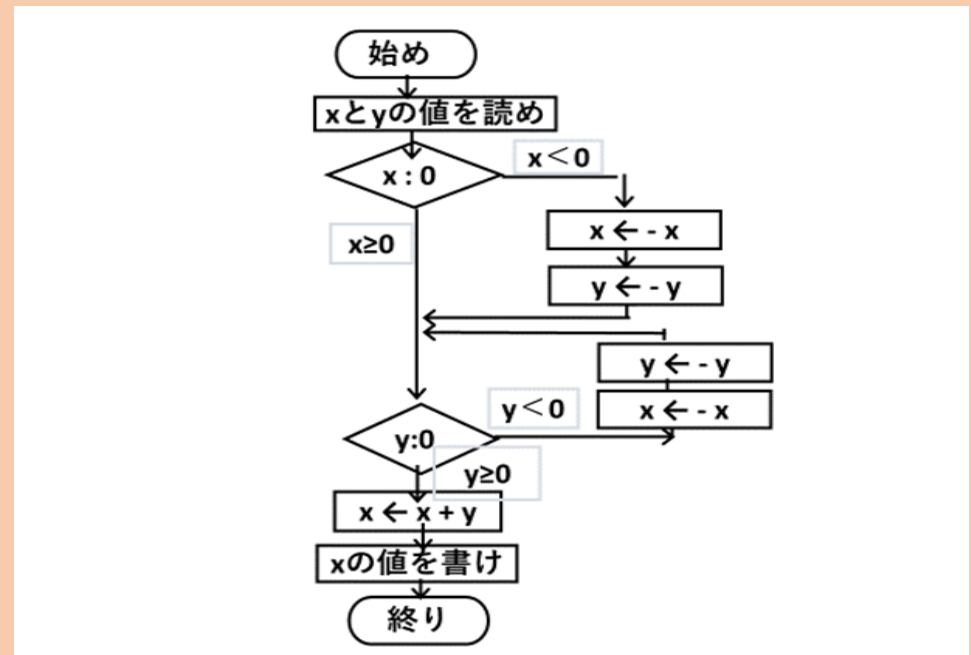
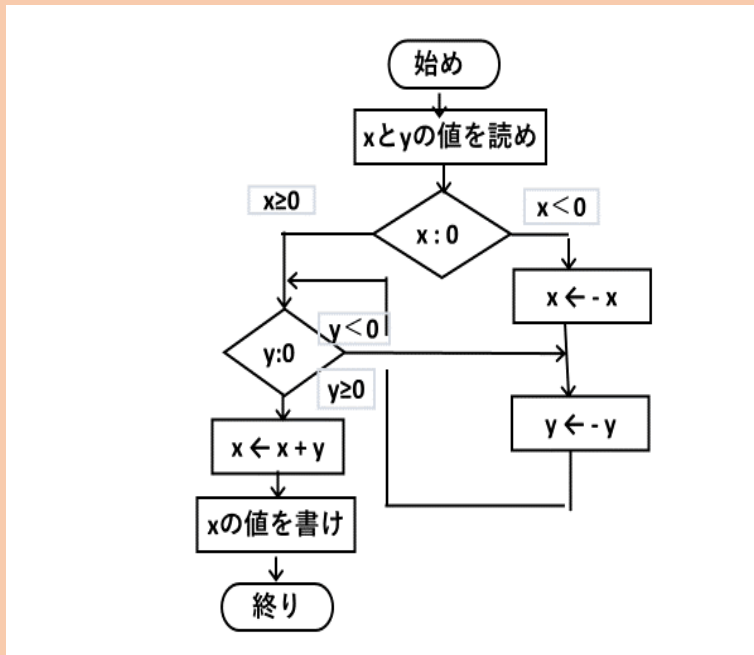


2.1 始まる前の私大理工系入試問題例 [1]

(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、 $x \leftarrow$ 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]

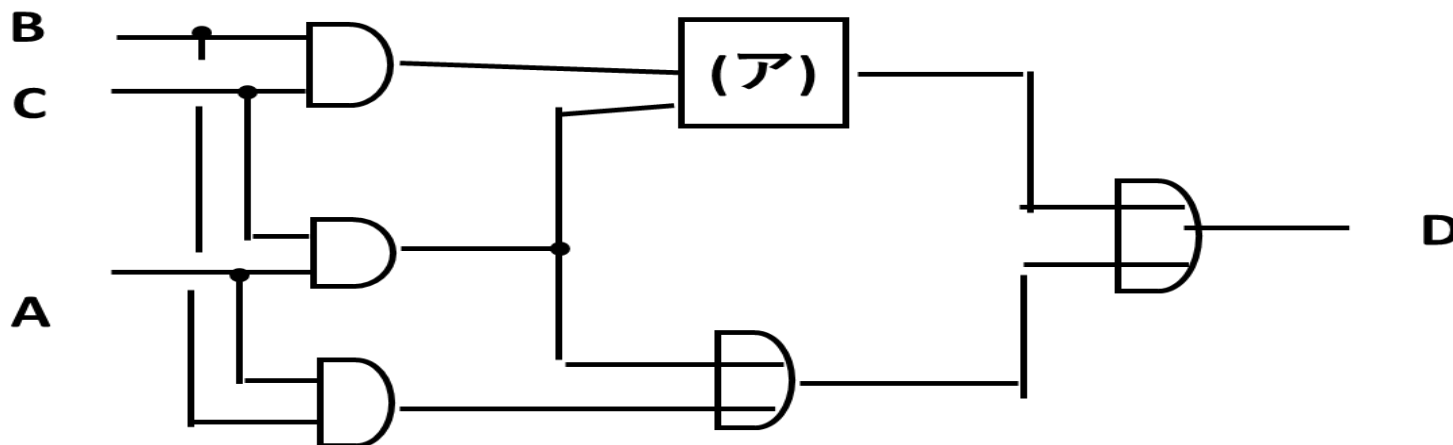


論理回路：半導体を理解する上で必須。

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 $\wedge \circ \circ$ はアンド回路, $\vee \circ \circ$ 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) $A=1, B=1, C=0$



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デジタル知識が減
- 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(内閣府)、
プログラミングは情報科教育界の外(内閣府)から

→情報科とデジタル教育は乖離(§3◎②)

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



中学 技術・家庭科 技術分野指導要領			
	89.3告示	…	17.3告示
分野名	F 情報基礎	…	D 情報の技術
内容	仕組み＋簡単なプログラム作成	…	原理・法則＋プログラム制作)

➡ 高校生徒：コンピューティング教育受講可能

(2) 大学と教員養成の状況 [5,6,9,14]



参考:学術会議	大学 IPSJ (≒ACM)	教員養成 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	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	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	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

大学:CS教育、教員養成:CS準拠

→ 養成教員:CS教育実施可能



養成教員 (CS) の知識構造

スマホ、プラットフォーム (約数千万行)

SE, IS, IT, CE

コンパイラ (約数万行)

CS コンパイラと言語 (Chomsky)

約4k素子の論理回路 + メモリー → 現代CPU (数千万 ~ 数億素子)



CE, CS (機械語) (Neuman)
計算の理論 (Turing)

論理素子・論理回路 清水明夫氏提供

スイッチング素子

CS (論理回路) (Shanon)
ビットの原理 (論理演算の法則)

- 回答可能:
- Q. 人数?
 - Q. なぜ国産?
 - Q. なぜ政経問題?

➡ 養成教員: 先進的デジタル教育に十分対応可能。

(3) 先進国状況 [3, 4] と日本 [13]



ACM (大学)	K-12 (~高校)	教職課程認定	学術会議 (~高校)	
CS	CE	Computing systems	コンピュータ及び情報処理	情報とコンピュータの仕組み
	IT	Networks and the internet	情報通信ネットワーク マルチメディア	情報コミュニケーション や情報メディアの理解
	IS	Data and analysis	情報システム	情報の整理や作成・ データの扱い
	CS	Algorithms and programming	コンピュータ及び情報処理	プログラミング
	SE	Impact of computing	情報と社会	情報社会における情報の倫理と応用
			(総合情報的判断力)	

➡工業先進国は CSforALL [8] → § 3①

3. 後退の分析 [1]

分析結果◎①情報科の親学問 ≠ 情報科学 情報処理学

情報処理学: 重要☆モノづくりの次の時代はデジタル(モノ)づくり☆

例. 全国民をITの消費者でなく生産者・・・オバマ大統領 [8]

情報科: デジタルの利活用者(消費者)育成

情報処理学CSの内容(分野): 教職課程認定の分野分類では
CS & CE、IS、NW、MM、GE

内容(段階): 3本柱の段階分類では

- 柱① 知識技能 (原理) → デジタルの概念・法則
- 柱② 問題表現等 (応用) → デジタル法則の応用
- 柱③ 意欲・倫理 (態度) → デジタルの理解者

注。用語 三本柱、柱①、柱②、柱③ [14]

●親学問・CS教育の育成目標 デジタルの理解者
→情報科の目標は？(次ページ)



○情報の利活用は対象として？



(1) 三本柱に不適：カリキュラム構成困難

- 柱①原理 利活用の分類と法則→コンセンサス無し
- 柱②応用 利活用の法則による問題解決→循環論法？
- 柱③態度 デジタルの消費者養成

(2) 狭義の利活用(例えば半導体技術、画像認識チップは入らず)と解釈

(狭義の)利活用の育成目標(→消費者)

≠ CSの育成目標(→生産者)

- 利活用リテラシー ≠ CSリテラシー → デジタルモノづくりの理解者
- cf. 家電リテラシー ≠ 理科リテラシー → モノづくり理解者

⇒ 不適

→ そもそも情報科の名称(対象)は？(次ページ)

○「情報」は高校教科の対象として？

(1) コトバの問題(← § 2)

国語辞書的意味 ≠ 情報処理学的意味 → 混乱

国語辞書的「情報」は分類・性質が曖昧 → 三本柱①②③に不適

柱①原理 情報一般の分類と法則 … 高校では不可能？

情報の大小？ cf. デジタル； 情報の加減算？ cf. デジタル

柱②応用 情報の法則の応用 … 不可能？ ← 法則が分からない

柱③態度 … 情報一般の法則を教えられないから不可能？



(2) 内容の問題

情報は内容、デジタルは入れ物 →

辞書的**情報の法則** ≠ **デジタルの法則**

仮に原理が一部分かってもデジタルものづくりの理解に不適

cf. データと数字の関係

➡ **答え：不適**

→ → … → **理念と名称変更(§ 4)**

分析結果◎②

情報科とデジタル教育が乖離

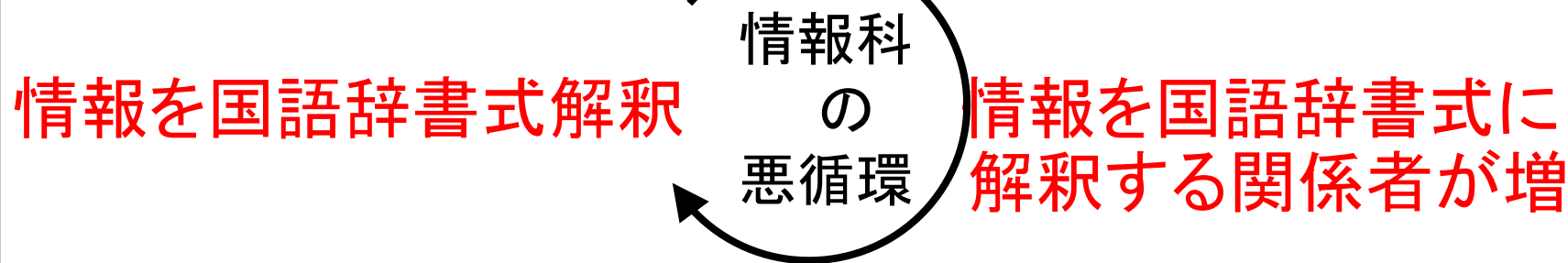
情報科：情報自体を対象、利活用を目標→起きた事



現情報科：デジタル教育は情報教育の“小さな”一部

情報処理学関係者の期待：デジタル教育の強化

情報科関係者多数の期待：国語辞書的情報教育の継続
・・・デジタル教育に“無関心”



○情報科の育成目標 ≠ デジタル教育の育成目標！

∴情報科とデジタル教育は乖離

→情報科とデジタルは融合できるか？(次ページ)



分析結果◎③

利活用教育[14]とデジタル教育[2, 3, 10] の融合は困難

理由1 目標が違う ← 良い使用者 vs 良い制作者

理由2 知識が違う ← 利活用: CS知らない

過去の提言例

- 1. プログラミングとコンテンツ作成は新しい価値創造→△
- 2. プログラミングは中核テーマ→△
- 3. クラウド開発、半導体開発は世界の課題解決に必要、利活用に含まれる→△

過去の言説例

←コンピュータは見えない方が良い、利活用の補助

←情報科免許以外に他科免許必要

←情報の問題は採点不能: cf. § 2の例、国Iの例(穴埋め)

→答え: 利活用教育とデジタル教育の融合は困難

→抜本的变化が必要(次ページ)



情報教育の理念(対象・内容):比較



対象 →	情報 (情報学)	利活用 (情報利活用)	デジタル (≒情報処理学)
柱① 知識・ 技能	情報一般の 分類 普遍的法則	利活用法の分類・法則 利用: コミュニケーション、プレゼンテーション 活用: 情報倫理等	デジタルの分類・法則 アルゴリズム、論理回路、MM、NW
柱② 問題 解決	情報法則の 応用	利活用法則の応用 データサイエンス	デジタル法則の応用 プログラミング コンテンツ制作 回路制作
柱③ 学ぶ 態度	態度 社会への影 響	態度 正しい利活用者	態度 デジタルの理解者 制作者

情報科の中心 ≠ コンピューティング教育の中心

→情報科の理念 ≠ 情報処理教育の理念

4. 対策

◎④ 普遍理念と名称の変更



高校情報科の理念を情報処理学の理念にして(戻して)、
デジタル教育を回復

(1) 普遍理念 以下のようにする [6]:

対象 ビット列(デジタル情報)

内容 (A) 非数値的プログラミングとアルゴリズム
の重要性が感じられる程度

(B) 論理回路とアルゴリズムの同等性が
感じられる程度

注。延長線上に大学科目が乗るように授業を設計。

(2) 名称: 情報科→例えば、デジタル科(位元科)[11, 12]

cf 国 I 試験: 情報工→デジタル

5. おわりに



まとめ

§ 2 30年前 過去問、§ 3 取り巻く状況

§ 4 分析 後退の原因 ◎1, ◎2, ◎3

§ 5 対策 ◎④理念と名称変更 ← ◎①、◎②、◎③

対策の評価

新理念の適不適：適正 ← 中学・大学のデジタル科目に
整合

新理念の実現可能性：有 ← 現行教職課程で可能

今後

新理念の浸透、改善

END



§ 2. 3 (3) の次

(4) 高校他学科におけるデジタル

① 他科目からの(潜在的)要請(1)

デジタル技術(ICT)の重要性理解の要請

(地歴科): 歴史ではICT 重視、プラットフォームや半導体、ネットワークへの関心は高い。

ICT概念は適切なデジタル教育を受けた者にしか理解不可。

… サプライチェーン、半導体、政治経済覇権問題

情報科は非対応⇒デジタル教育再構築は急務

② 他科目からの要請(2)

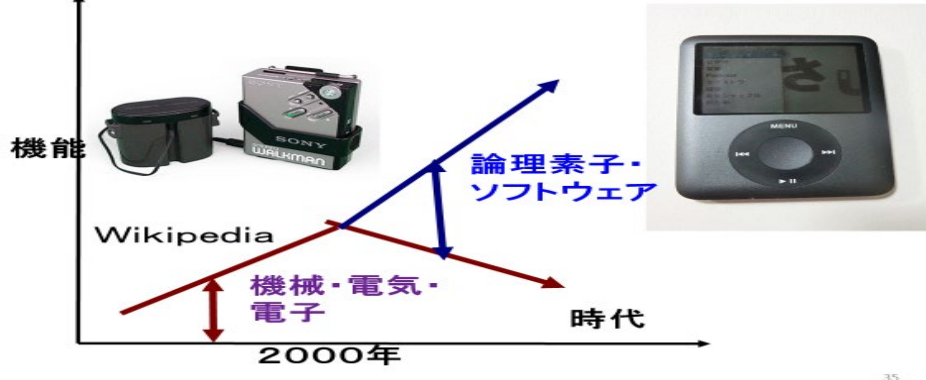
問題解決のためのデジタル利用能力の要請

(理系科目の例)

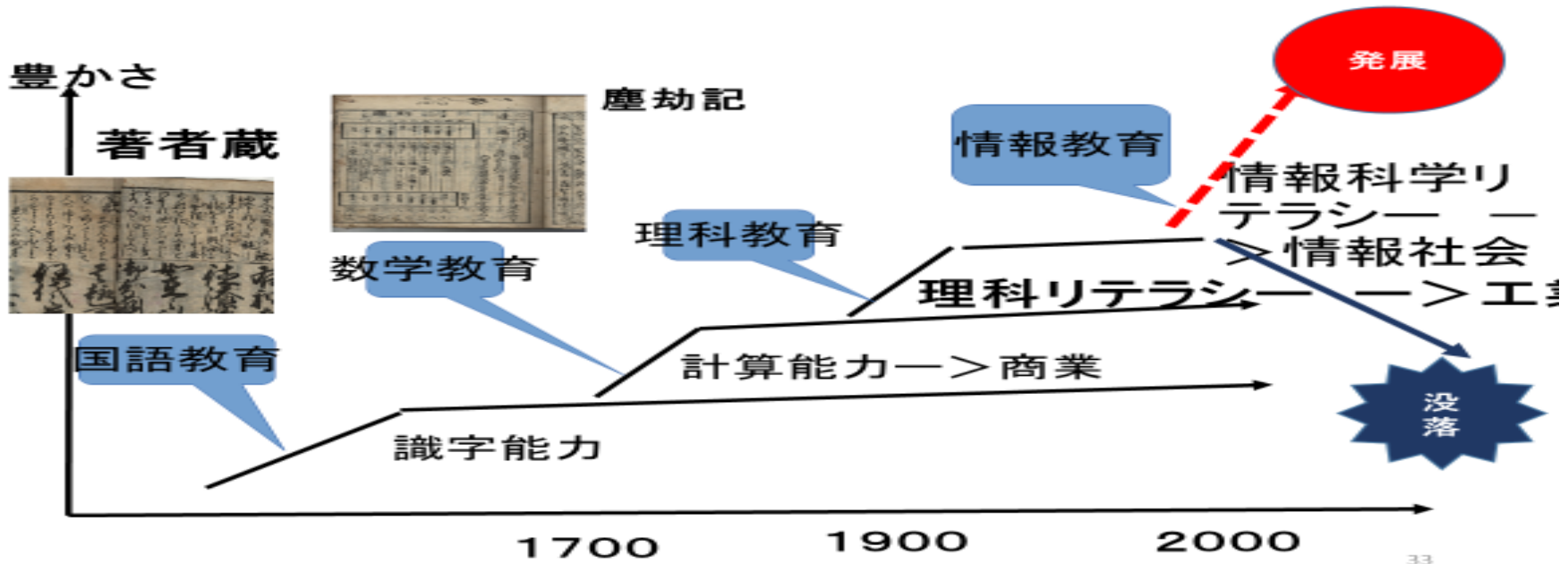
数学、理科、地理からの要求: 計算技術ICTの習得、
学校の情報化

情報科は対応予定⇒プログラミングで対応予定

§ 3◎1の続き CS学習は国の未来



夜久、情報学推進
コンファレンス(2014)



§ 3◎3つづき 補足メモ

補足画面

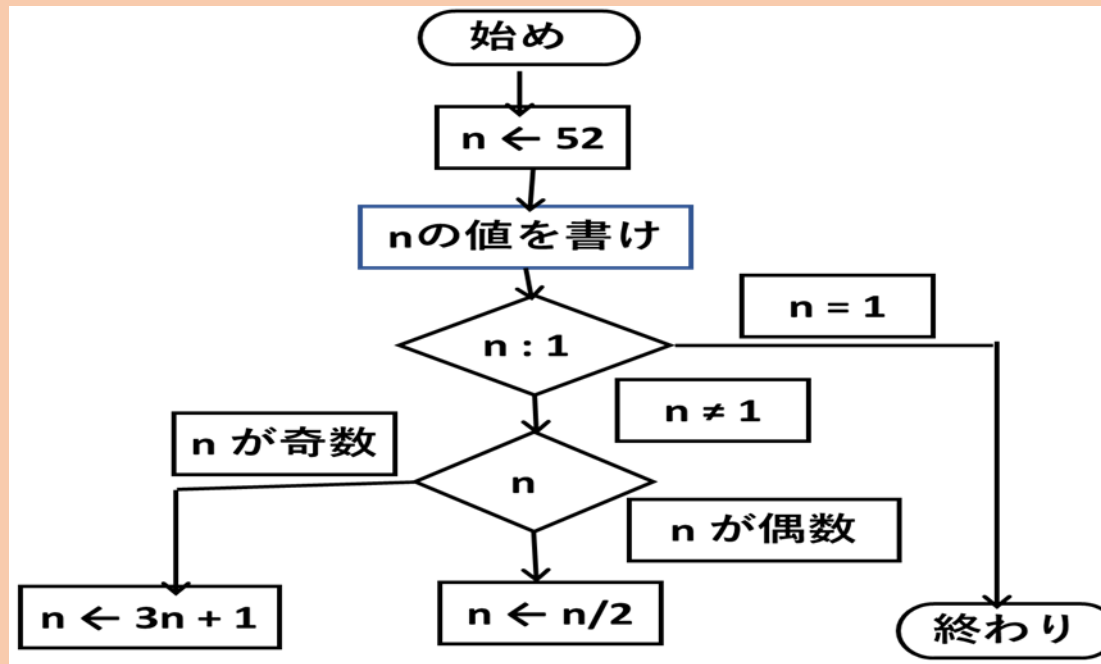
- CS全員が知る必要無、専門教科がやる事が無くなる
- コンピュータは見えない方が良い → 中身が目標
- 教員が教えられない → 教職科目受講で可能
- 情報問題は採点できない←CS知らないから。大学入試、院試 国I試験(穴埋めあり)で実績あり
- 情報化でなく情報科 → その通り
- プログラミング的思考 … CSでない解釈
- 情報科学は利活用的手段(情報科問題の源泉) → 逆。利活用がCSの一部
- 問題解決が重要、CS主目標ではない
- 情報科は情報科学の雛型ではない → 親学問は何？
- 情報科は全教科の中心:他科目で必要 … 情報化
- インフォマティクスフォアオール → CS4ALLと違う

(3) 追加 (Collatz 予想のデフォルト版)

補足画面

昭和58 東海大工・第二工 応用数学[2]

つぎの流れ図にしたがって、 n の値をすべて書け。



ただし、 xx は←の右辺の値を左辺の変数に代入することを表す。