

これからの社会とSTEM教育

日本学術振興会
安西祐一郎



グローバル・リサーチ・カウンシル
ベルリン 2014.5

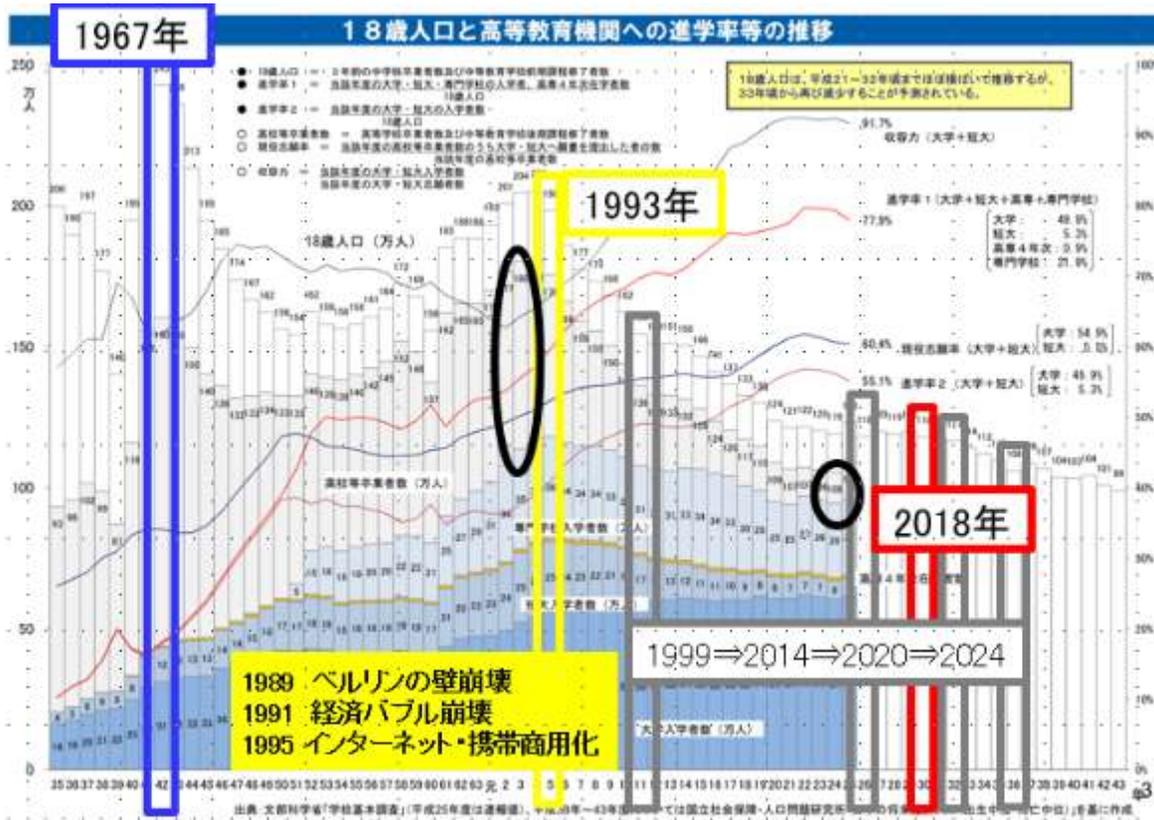


一斉学習に加えて
個別学習・協働学習を
教えらるる学びから
主体的・創造的な学びへ

©Yuichiro Anzai

研究発表会(2013年2月)パンフレット
東京都日野市立平山小学校HPより

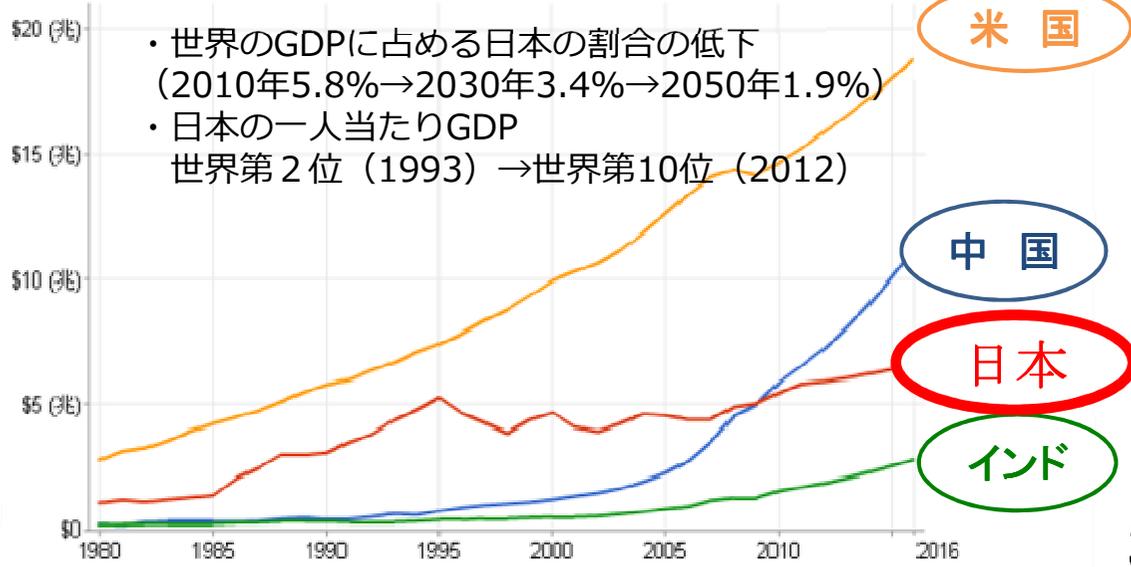
<http://www.e-hirayama.hino-ky.ed.jp/modules/wfdownloads/singlefile.php?cid=20&id=315>



若年人口の減少

GDP比率の低下

我が国の国際的な存在感の低下



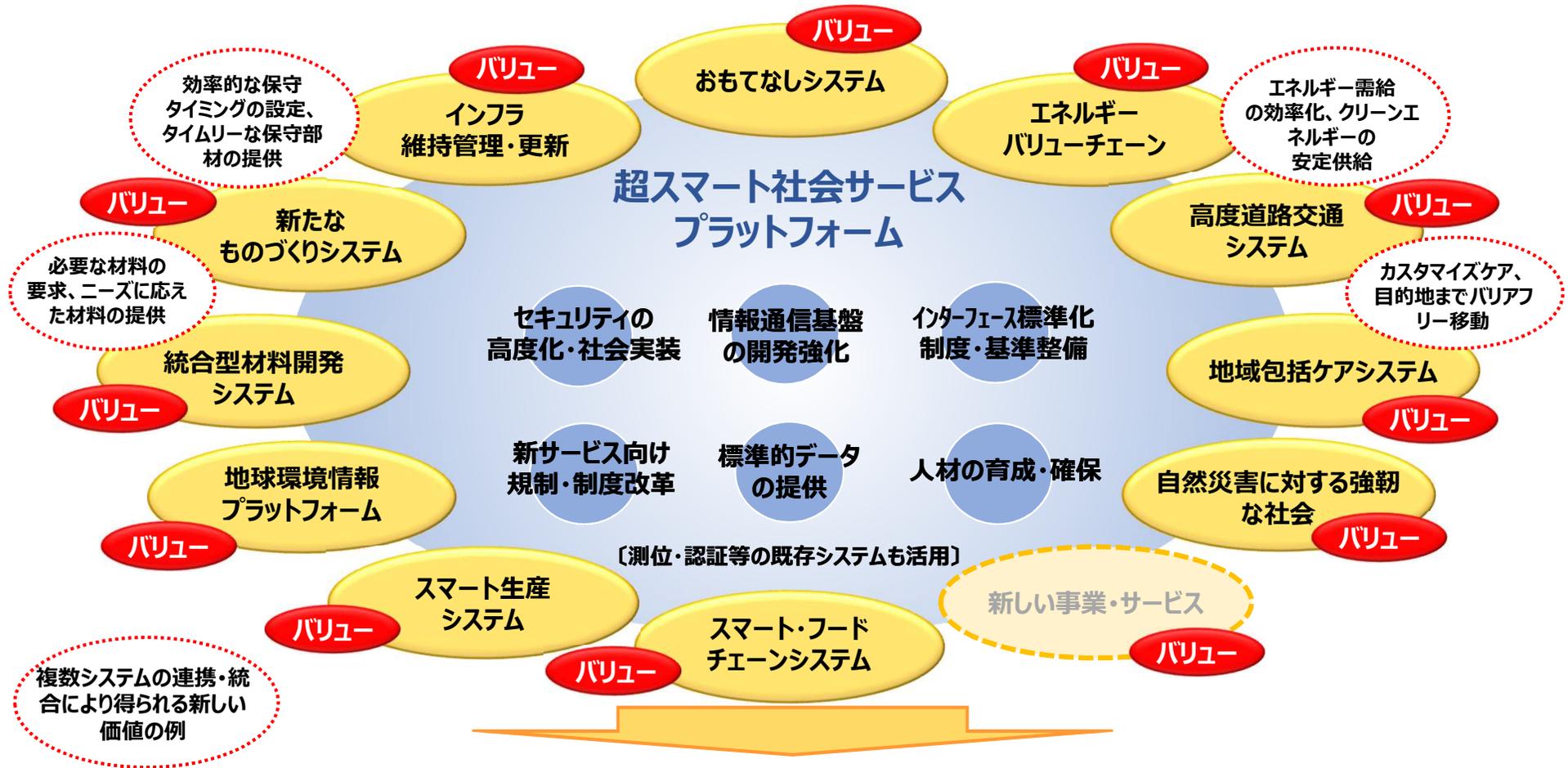
©Yu

これからの社会・教育・科学

- **雇用構造・産業構造・社会保障構造の転換** ⇒ 情報技術、データサイエンス、人工知能、サイバーセキュリティ ⇒ **人工知能技術戦略会議***
- **教育の転換** ⇒ 高大接続改革(高等学校教育、大学入学者選抜、大学教育の一体的改革)、学習指導要領の改訂 ⇒ **中央教育審議会、高大接続改革チーム***
- **学術振興・科学振興の転換** ⇒ 挑戦性・国際性の重視 ⇒ **独立行政法人日本学術振興会***

* 関与している組織

第5期科学技術基本計画(Society 5.0)

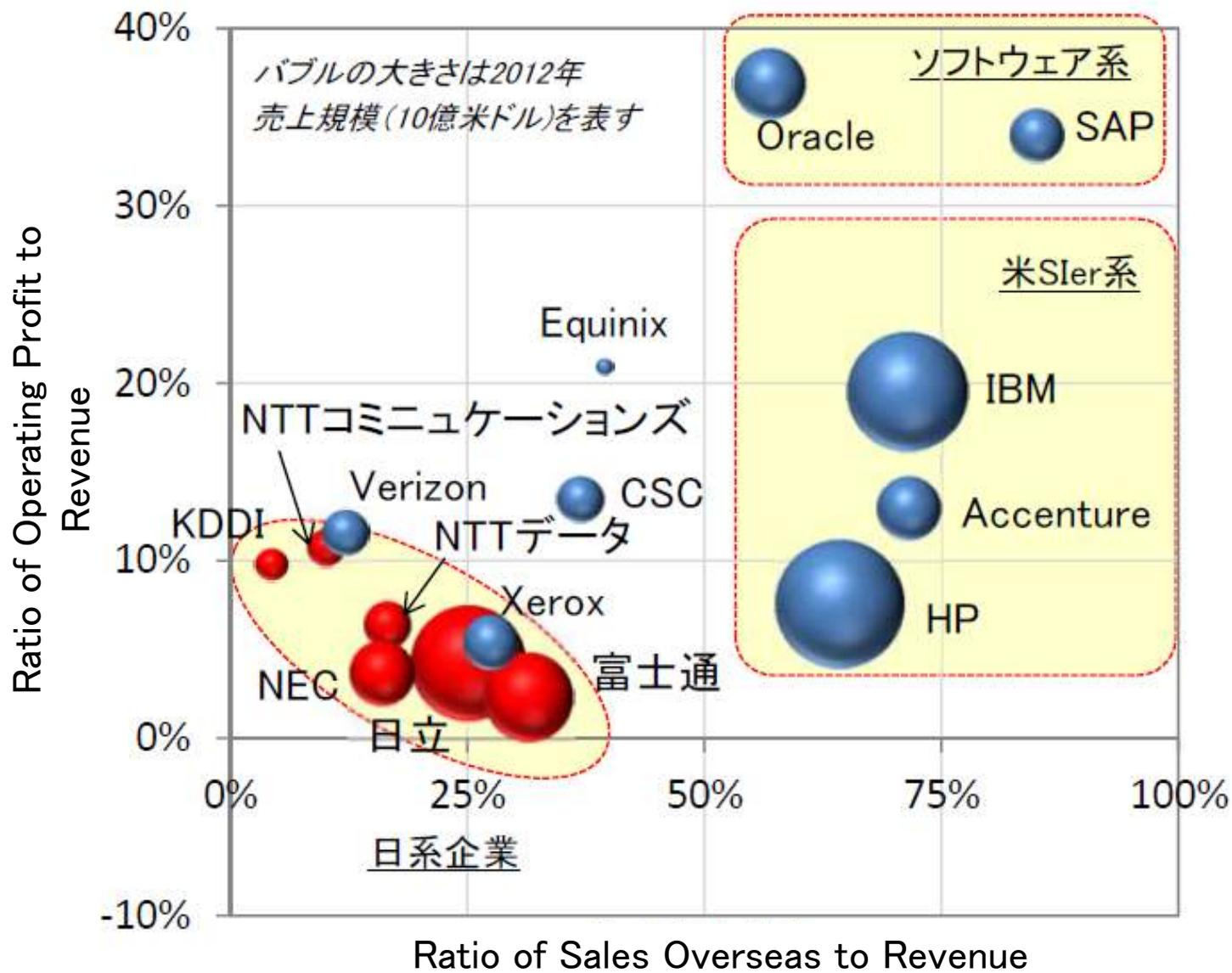


超スマート社会が生み出す価値

- 生活の質の向上をもたらす人とロボット・AIとの共生
- 誰もがサービス提供者となれる環境の整備
- 潜在的ニーズを先取りして人の活動を支援するサービスの提供
- ユーザーの多様なニーズにきめ細やかに応えるカスタマイズされたサービスの提供
- 地域や年齢等によるサービス格差の解消

内閣府CSTI 基盤技術の推進の在り方に関する検討会資料より - 第5期科学技術基本計画答申概要に骨子掲載

IT関連企業の国際競争力比較



(出典) ICT産業のグローバル戦略等に関する調査研究(総務省)

© Yuichiro Anzai

就業構造の試算結果

※2015年度と2030年度の比較

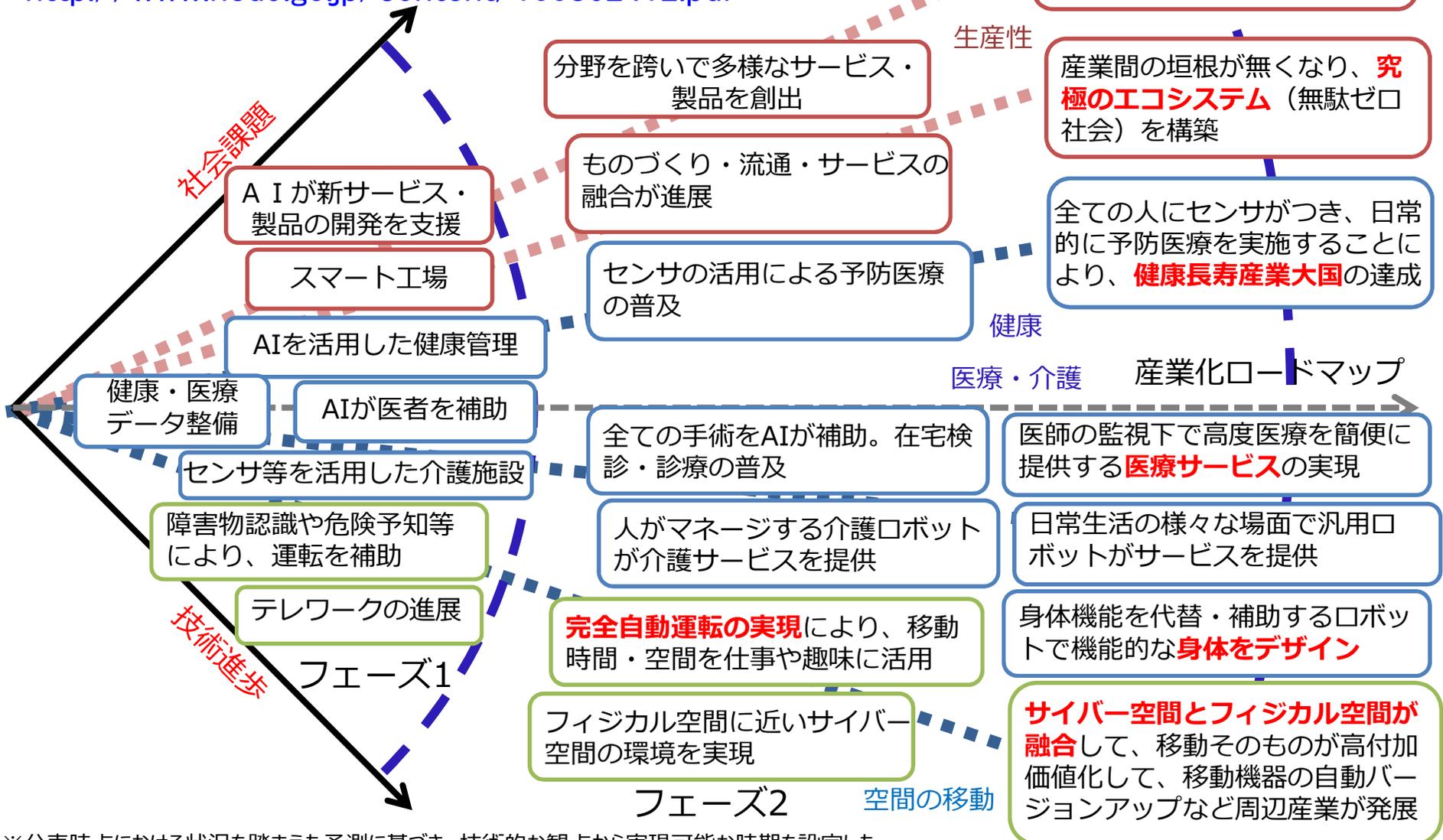
| 職業 | 変革シナリオにおける姿 | 職業別従業者数 | | 職業別従業者数（年率） | |
|---|---|---------|--------|-------------|-------|
| | | 現状放置 | 変革 | 現状放置 | 変革 |
| ①上流工程 <small>経営戦略策定担当、研究開発者等</small> | 経営・商品企画、マーケティング、R&D等、新たなビジネスを担う中核人材が増加。 | -136万人 | +96万人 | -2.2% | +1.2% |
| ②製造・調達 <small>製造ラインの工具、企業の調達管理部門等</small> | AIやロボットによる代替が進み、 変革の成否を問わず減少 。 | -262万人 | -297万人 | -1.2% | -1.4% |
| ③営業販売（低代替確率） <small>カスタマイズされた高価格な保険商品の営業担当等</small> | 高度なコンサルティング機能が競争力の源泉となる商品・サービス等の営業販売に係る仕事が増加。 | -62万人 | +114万人 | -1.2% | +1.7% |
| ④営業販売（高代替確率） <small>低額・定型の保険商品の販売員、スーパーのレジ係等</small> | AI、ビッグデータによる効率化・自動化が進み、 変革の成否を問わず減少 。 | -62万人 | -68万人 | -1.3% | -1.4% |
| ⑤サービス（低代替確率） <small>高級レストランの接客係、きめ細やかな介護等</small> | 人が直接対応することが質・価値の向上につながる高付加価値なサービスに係る仕事が増加。 | -6万人 | +179万人 | -0.1% | +1.8% |
| ⑥サービス（高代替確率） <small>大衆飲食店の店員、コールセンター等</small> | AI・ロボットによる効率化・自動化が進み、 減少 。 ※現状放置シナリオでは雇用の受け皿になり、微増。 | +23万人 | -51万人 | +0.1% | -0.3% |
| ⑦IT業務 <small>製造業におけるIoTビジネスの開発者、ITセキュリティ担当者等</small> | 製造業のIoT化やセキュリティ強化など、産業全般でIT業務への需要が高まり、従事者が増加。 | -3万人 | +45万人 | -0.2% | +2.1% |
| ⑧バックオフィス <small>経理、給与管理等の人事部門、データ入力係等</small> | AIやグローバルアウトソースによる代替が進み、 変革の成否を問わず減少 。 | -145万人 | -143万人 | -0.8% | -0.8% |
| ⑨その他 <small>建設作業員等</small> | AI・ロボットによる効率化・自動化が進み、 減少 。 | -82万人 | -37万人 | -1.1% | -0.5% |
| 合計 | | -735万人 | -161万人 | -0.8% | -0.2% |

（出所）株式会社野村総合研究所およびオックスフォード大学（Michael A. Osborne博士、Carl Benedikt Frey博士）の、日本の職業におけるコンピュータ化可能確率に関する共同研究成果を用いて経済産業省作成

http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shin_sangyoukouzou/pdf/008_04_00.pdf
 経済産業省新産業構造ビジョン中間整理(2016.4)より

人工知能技術戦略会議2016.4発足 研究開発目標と産業化ロードマップ

<http://www.nedo.go.jp/content/100862412.pdf>



※公表時点における状況を踏まえた予測に基づき、技術的な観点から実現可能な時期を設定した。社会実装には規制・制度的な影響も考えられるため、実質的に異なる結果を招く不確実性がある。

©Yuichiro Anzai

フェーズ3

2020年度大学入試改革!

新テストの すべてが わかる本

前大学入試センター理事
伯井美德 *Hakui Yoshinari*
大学入試センター審議役
大杉住子 *Osugi Sumiko*



評価される学力はどう変わるのか

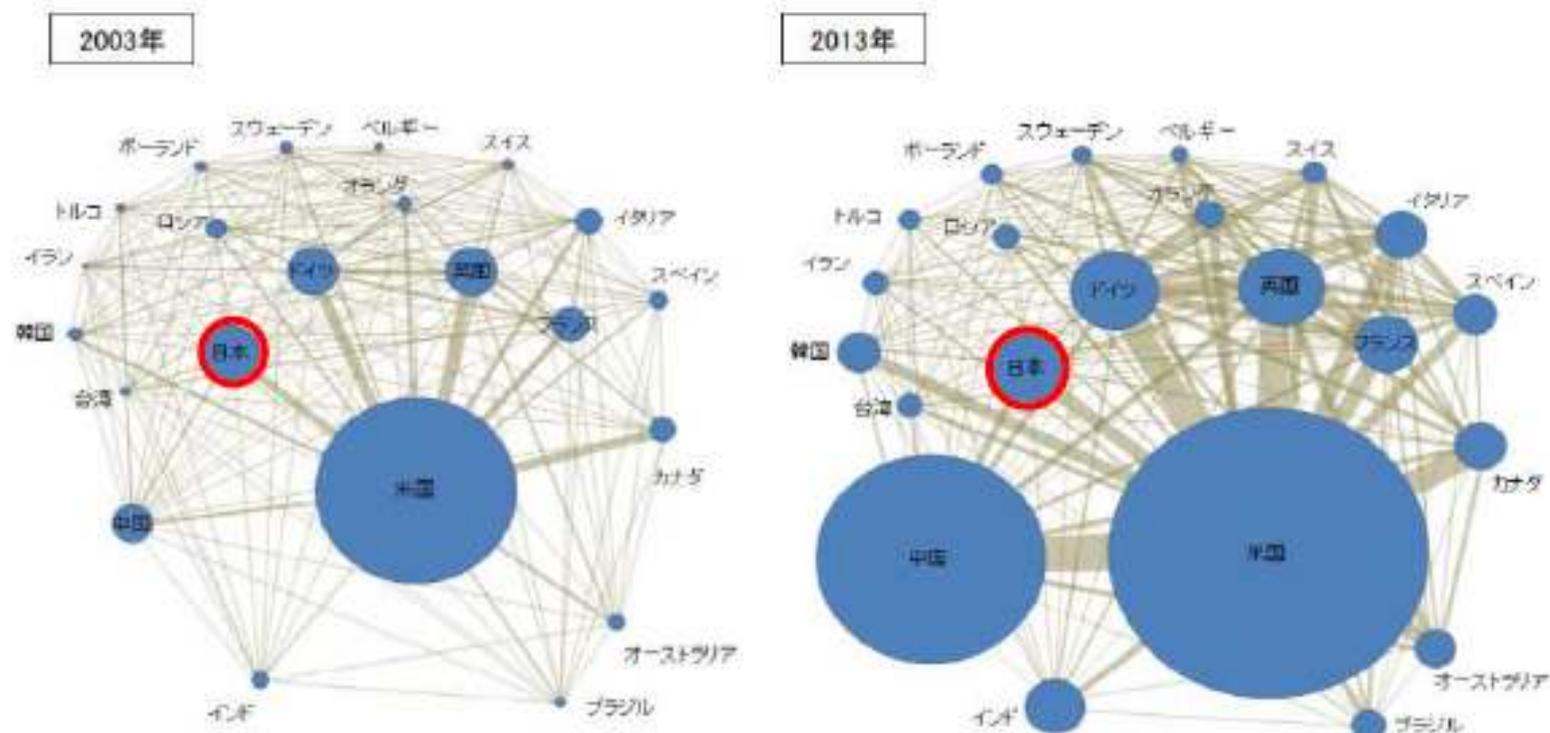
新テストは何を見るものなのか、どのように実施されるのか、
現在のセンター試験との相違点、記述式のモデル問題例や採点方法、
英語4技能の評価等、新テストに向けた最新状況を徹底解説

 教育開発研究所

グローバルな研究ネットワークからの孤立

グローバルネットワークからの孤立

- 2003年から2013年にかけて、世界全体で国際共著論文が大きく増えている。欧米中各国間の共著関係が増加している一方、我が国の共著関係の伸びは相対的に少ない。



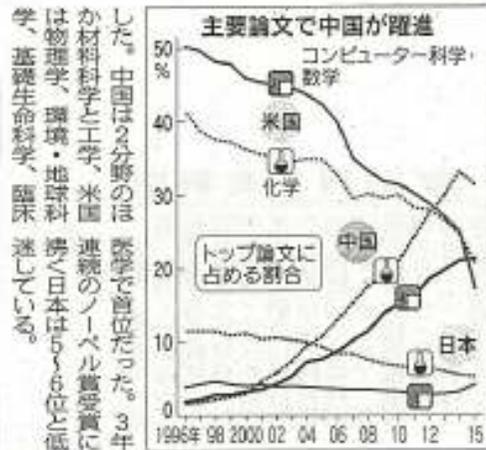
出典：エルゼビア社「スコープス」に基づき科学技術・学術政策研究所作成

出所：中央教育審議会審議まとめ「未来を牽引する大学院教育改革」参考資料より抜粋

技術革新の源泉となる科学研究論文で、コンピュータ科学・数学や化学など4分野で中国が世界トップに立ったことが文部科学省所管の科学技術振興機構の調査で分かった。主要8分野を米中と分け合った形で、「米中2強」の時代に突入した。研究費拡充や人材獲得策などが功を奏した。他の論文に引用された回数から影響力を調査。上位10%のトップ論文から米国、英国、ドイツ、フランス、中国、日本に所属する研究者を割り出

世界の科学技術 米中2強時代

中国、論文4分野で首位



中国躍進の象徴がコンピュータ科学だ。トップ論文に占める割合が20年間で50%から80%に増えた。14年には3800年の3%から15年兆円と急成長した。スズメの前で推定される日本1パーコンピュータの2倍で、米国の46兆円性能でも13年から中国製に迫る。先進国で学んだが世界1位。16年は、中国人研究者を呼び戻し2位を独占した。米国のいるほか、留学や派遣お家業とされる物理学分を通じて海外の研究者ももぞぞと大いパイプを築く。(約6700億円)以上。同機構の伊藤裕子研究を投じて世界最大の加速器。中国が多くの分野を建設する。最先端の素粒子物理学でも世界中心になる可能性がある。大規模は科学予算を大幅に減らす方針で、中国の存在感が増えつつある。

通

トップ10%論文数

- 中国1位の分野
 コンピュータサイエンス・数学
 化学
 材料科学
 工学

- アメリカ1位の分野
 物理学
 環境・地球科学
 基礎生命科学
 臨床医学

学術振興・
科学振興
政策の転換

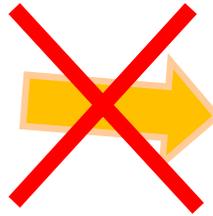


挑戦性・
国際性
の重視へ
 科研費改革
 進行中

STEM教育(1)

- これからの社会に必要な教育はどんな教育なのでしょう。

(1) それは「**現実の**対象に自ら関心と疑問を持ち、対象の構造と機能を自ら理解し、自ら問題として設定し、自ら解決に挑戦する」、その力を養う教育です。



Simon's ant



Photos from Wikipedia



Herbert Simon

http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1978/simon-bio.html

STEM教育 (2)

- これからの社会に必要な教育はどのような教育なのでしょう。

(2) それは「論旨明確に思考し、それを論旨明確にまとめ、相手の立場を考慮しながら論旨明確に表現する」、その力を養う教育です。

機械翻訳と「論旨明確」

- これからの社会に必要な教育はどのような教育なのでしょう。それは「論旨明確に思考し、それを論旨明確にまとめ、相手の立場を考慮しながら論旨明確に表現する」、その力を養う教育です。
- What kind of education is necessary for society in the future? It is education that cultivates that ability “to think clearly, arguing it clearly and expressing the argument clearly while considering the position of the opponent”.

グーグル翻訳(2017.10.4 22:05)

- 将来どのような教育が社会に必要ですか？「明確に考え、明確に議論し、相手の立場を考慮して議論を明確に表現する」能力を培う教育です。

グーグル翻訳(2017.10.04 22:09)

STEM教育 (3), (4), (5)

- これからの社会に必要な教育はどんな教育なののでしょうか。

(3) それは「複雑・あいまい・観測困難な対象の構造と機能を自分で理解する」、その力を養う教育です。

(4) また「問題を自分で正しく設定し、それを解決するために自分から努力する」、その力を養う教育です。

(5) 最も大事なことは、(1)-(4)を楽しく学ぶこと、楽しく学べる場を創ることです。

- 1. 科学 (Science) って何？**
- 2. 数学 (Mathematics) って何？**
- 3. テクノロジー (Technology) って何？**
- 4. エンジニアリング (Engineering) って何？**
- 5. プログラミング (Programming) って何？**

1: 科学 (Science) って何？

某大学での2017年度秋学期授業資料より

- (いろいろな見方があり、時代背景によって異なるが、ここでは) **対象**を何らかの**概念**(複数可)、**法則・原理**(複数可)、および特定の**推論方法**(観察方法を含む)に基づいて**理解する**(あるいは、しようとする)活動に基づいて**理解しようとする活動やその成果**、また**新しい対象、あるいは対象を理解するための新しい概念、法則・原理、推論方法、理解のしかたを発見あるいは創造する活動やその成果。**
 1. 合理主義と経験主義、演繹主義と機能主義(Plato, Aristotle, Continental rationalism, British empiricism, Levi-Strauss, James …)
 2. 経験科学と理論科学
 3. 哲学と科学の違い(Copernicus, Kepler)
 4. 観察、検証、操作、反証、シミュレーション
 5. 記述と説明
 6. 論理実証主義とその批判(Popper, Ayer, Kuhn, Hanson, Patnum …)
 7. 近年の科学哲学の議論: 内在的实在論、構成論、相対主義、正当化など
 8. 概念、法則・原理、推論方法は時代・社会背景に依存する。(ex. 相対主義 Peirce, Dewey, Wittgenstein, Rorty …)

2. 数学 (Mathematics) って何？

- 解析を例にとると・・・
 - 空間って何？
 - 写像って何？
 - 連続って何？・・・
- 代数を例にとると・・・
 - 数の体系って何？
 - 方程式って何？
 - 行列って何？・・・

数学は対象の構造を表現する学問です。
与えられた問題の答えを計算することではありません。

3. テクノロジー (Technology) って何？

人が何かを創り出す方法およびその産物の総体 (techne)

4. エンジニアリング (Engineering) って何？

genius (守護神) と化した (en) 活動 ⇒ 何かを創り出す活動

例: World Robot Olympiad (WRO)

自律型ロボット競技 小・中・高・17歳以上の学生

世界大会には、日、米、独、伊、スペイン、カナダ、デンマーク、南アフリカ、サウジアラビア、ほか多数の国・地域が参加 日本は毎年好成績

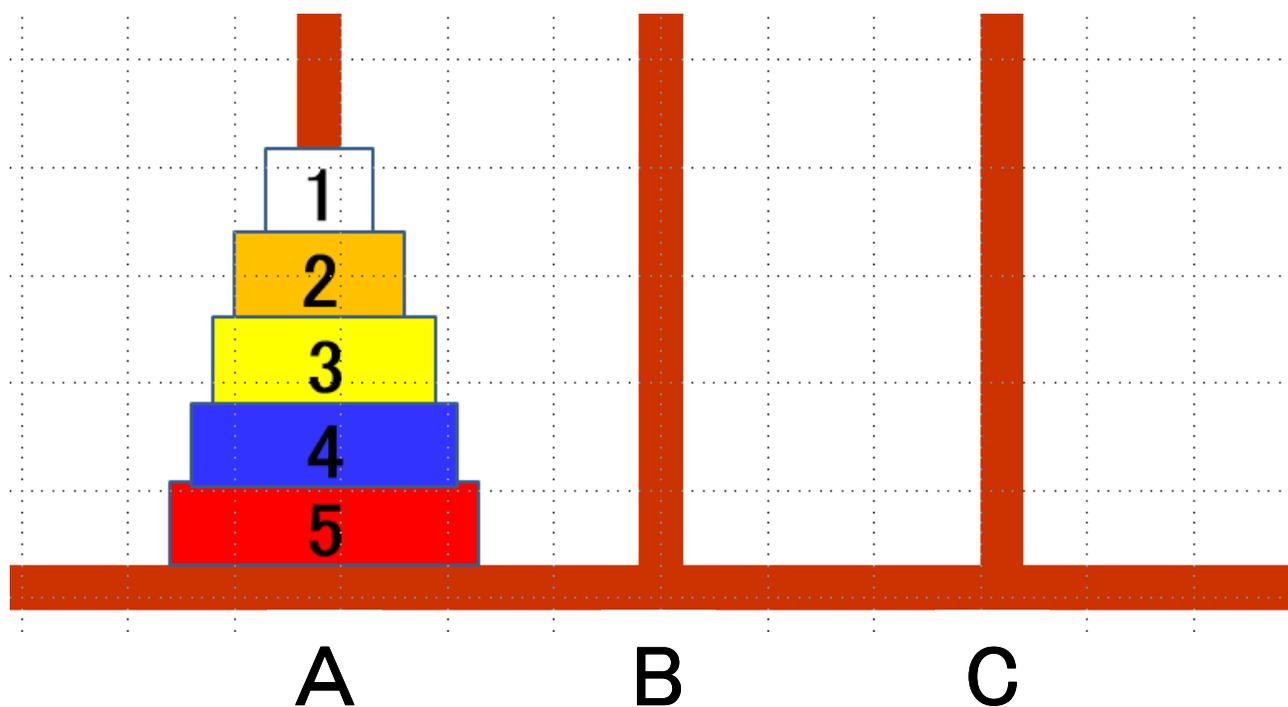
日本の国内大会には小中高2000校以上が参加

2017年は11月にコスタリカで開催



5. プログラミング (Programming) って何？

「やりかた」(手続き)の構造と機能を表現すること



n個の円盤をもつハノイの塔のパズル

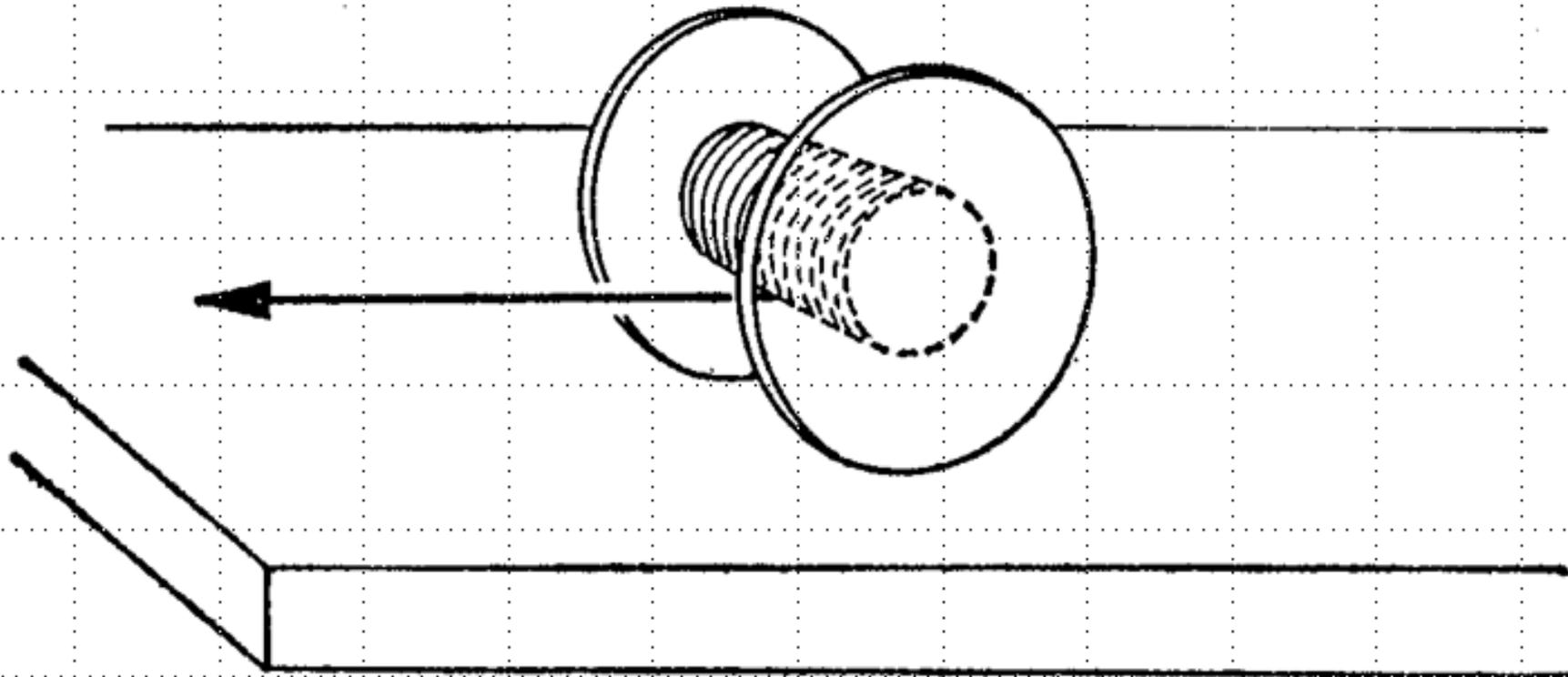
再帰的アルゴリズム

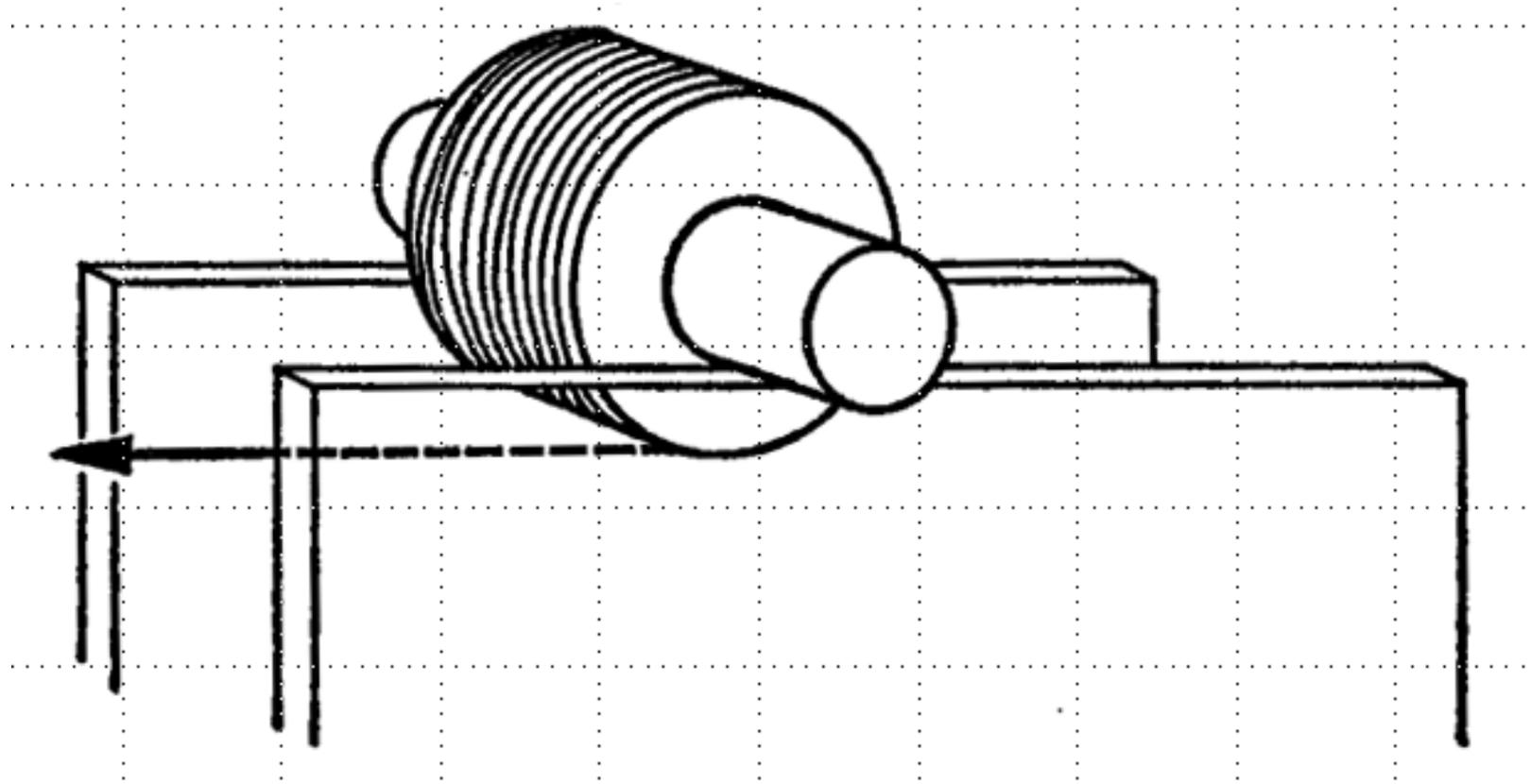
```
def hanoi (n A B C)
  if n = 1:
    move (1 A C):
  else:
    hanoi (n-1 A C B)
    move (n A C)
    hanoi (n-1 B A C)
```

深さ優先探索の一般的なアルゴリズム

```
def DepthFirstSearch(initial, goal): stack = Stack()
initial.setVisited()
stack.push( start )
while not stack.empty():
    node = stack.top()
    if node == goal:
        return stack # stack contains path to solution
    else:
        child = node.findUnvisitedChild()
        if child == none:
            stack.pop()
        else: child.setVisited()
            stack.push(child)
```

例題：糸巻きの問題





「汎用の」思考力・判断力・表現力とは何か

例：各項目重複あり；項目立ての多くはPISAを参考

- ① **言語**： 読解、要約、文章構成、文脈に応じた適切な表現、コミュニケーション、その他。
- ② **数**： 統計的思考、論理的思考、図・表・グラフなどを描く・読む、その他。
- ③ **科学**： モデルを構成して説明する、抽象化する、内部状態を推定する、計画を立てる、大ざっぱに推測する、合理的に予測する、その他。
- ④ **社会**： 合理的思考、的確な例示、歴史や社会の複雑な現象から問題を端的に把握する・議論を焦点化する、矛盾点を明確にする、原因と結果／手段と目標の構造を見出す、その他。
- ⑤ **問題発見・解決**： 仮説を立てて推論する、多くの例から共通性を見出す、答えのない問題に答えを見出す、問題の構造を定義する、文脈に応じて問題解決の道筋を定める、計画を立案して実行する力、振り返り、その他。
- ⑥ **情報の活用**： 的確な情報を収集する、情報を整理して体系化する、情報を的確に表現し、伝達する、映像・グラフィクスなどを活用する、その他。
- ⑦ その他

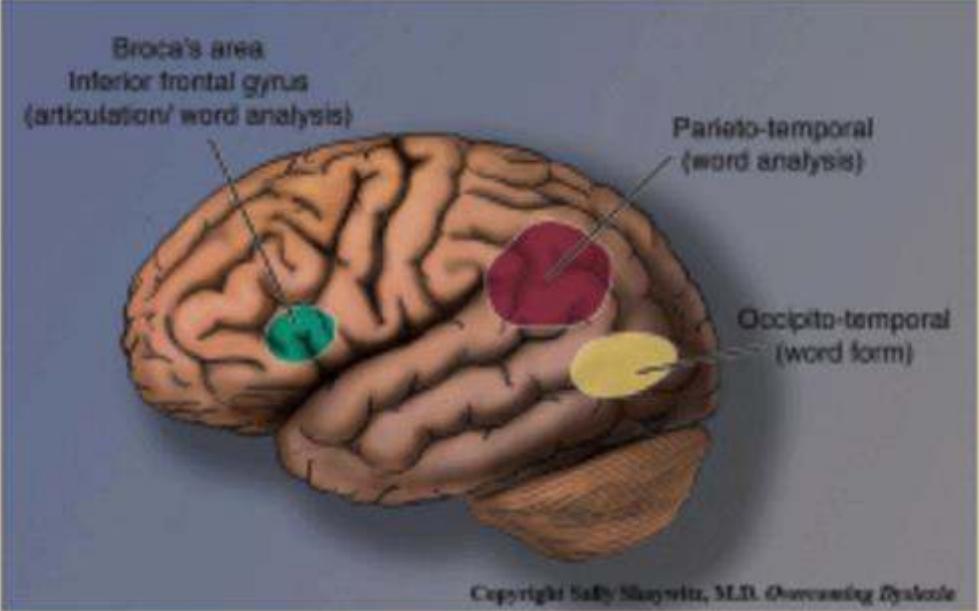
参考

Brain regions activated while reading:

Inferior frontal gyrus

Temporo-parietal region

Occipito-temporal region



Broca's area
Inferior frontal gyrus
(articulation/ word analysis)

Parieto-temporal
(word analysis)

Occipito-temporal
(word form)

Copyright Sally Shaywitz, M.D. *Overcoming Dyslexia*

Three neural systems for reading exist in the brain's left hemisphere: an anterior system in the region of the inferior frontal gyrus (Broca's area) believed to serve articulation and word analysis; two posterior systems, one in the parieto-temporal region believed to serve word analysis, and a second in the occipito-temporal region (termed the word-form area) and believed to serve for the rapid, automatic, fluent identification of words.



Home | Contact Us | Privacy | Site Map

February 2007 | Volume 34 | Number 5
Improving Instruction for Students with Learning Disabilities

Special Topic / What Neuroscience Really Tells Us About Reading Instruction: A Response to Judy Willis

By E. Dreyfus and Deborah C. Reynolds



参考



A subject testing out a researcher-designed writing desk before being slid into a scanner that watched his brain activity as he wrote. Martin Lotze/University of Greifswald

<http://www.nytimes.com/2014/06/19/science/researching-the-brain-of-writers.html>

This is Your Brain on Writing by Carl Zimmer, The New York Times June 20 2014

K. Erhard, F. Kessler, N. Neumann, H-J. Ortheil, & M. Lotze, Professional training in creative writing is associated with enhanced fronto-striatal activity in a literary text continuation task. *NeuroImage*, 100(15), 15-23, 2014.

Brain regions activated while writing:

An fMRI experiment on writing

28 novices

20 experts (in a creative writing program)

1. Copying a text (baseline)
2. Reading a few lines of a story
3. Creating one's own story by continuing the lines

Novices: Visual areas (2) + hippocampus/LPC (3)

Experts: Speech areas (2) + hippocampus/LPC/caudate nucleus (3)

参考

「直感」による「次の一手」はどこで？

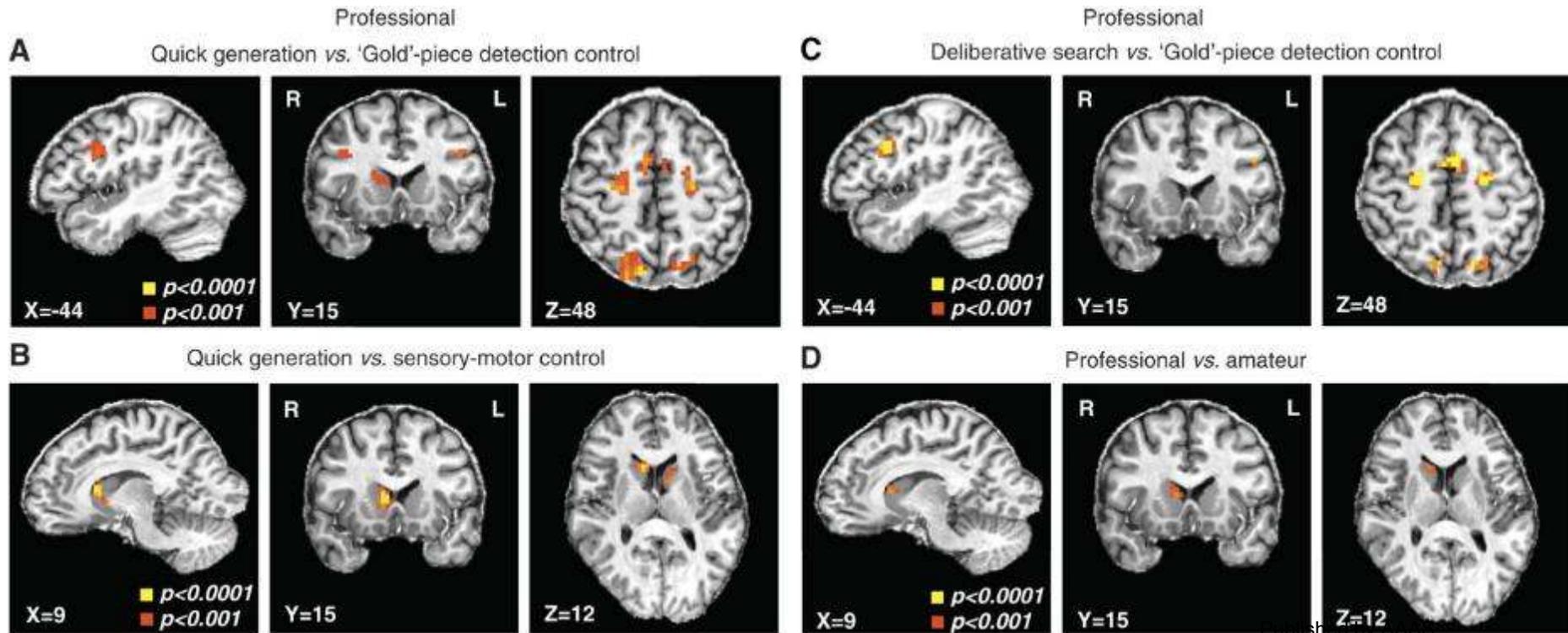


Fig. 2 Activations associated with quick generation of the best next move

Wan, X. et al. (2011) The neural basis of intuitive best next-move generation in board game experts. *Science*, 331, 341–346.

<http://www.sciencemag.org/content/331/6015/341.full>

近世から近代へ、近代から現代へ、現代から未来へ

A) 特徴 3度目の教育転換期(明治、戦後、現在)

明治 漢学から洋学へ、小中学校の急速な整備、国民皆教育、ドイツ流大学制度の導入

戦後 米国流教育の導入、高校大学の全国的整備、理工系修士課程の整備

1990年代～現在へ 若年人口の急減、高卒就職者数の急減、(中)高大の詳細な序列化

～現在 子どもの貧困率の上昇、所得格差が学歴格差に影響、高校生・大学生の主体性の喪失、大学と社会の関係の喪失、グローバル化の中での教育の国際競争

B) 転換期の共通性:

質的転換の進行

地域・所得等の影響の克服

世界の大きな流れへの合流

新しい社会への適応、新しい知識・学習方法の学習

新しい教育方法・教育評価方法の導入

C) 日本の教育改革

格差問題の克服

高等学校教育の質的転換(社会に開かれた教育課程へ)

高等学校教育の多様性と基礎学力の担保の両立

新学習指導要領(高校2022～;小中高の国語, 地歴公民, 理数, 英語, 情報ほか)

高校生のための学びの基礎診断(2019～)

大学教育の質的転換、3ポリシーの明確化

個別大学入学者選抜における多角的評価の導入

大学入学共通テスト(2020～)

職業教育、ほか多数

科学技術の革新と社会の関係(半世紀の法則)

1. **活版印刷術(グーテンベルク、1439)**⇒宗教改革(ルター、1517) ⇒**近代国家**
2. **大陸横断鉄道の開通(1869)**⇒第一次大戦(1914)⇒**国際社会**
3. **DNA構造の発見(ワトソン&クリック、1953)**⇒遺伝子改変作物(GMO: Flavr Savr 1994)⇒**生命の技術化**
4. **人工知能(ダートマス会議、1956)**⇒**深層学習(ヒントン、2006)**⇒**機械による知の支援**
5. **パケット通信技術(ARPA-Net)(1969)**⇒グローバル企業の出現、プラザ合意(1985)⇒ベルリンの壁崩壊(1989)、冷戦構造終焉⇒インターネット商用化、デジタル携帯普及(≒1995)⇒**グローバル社会**
5. **デジタル技術**、ネットワーク、クラウド、センサー、ロボティクス、資源・環境・エネルギー技術、遺伝子技術等⇒**人工知能、ビッグデータ、IoT、サイバーセキュリティ**⇒**情報技術を基盤とする産業構造・就業構造への転換**⇒**超スマート社会・Connected Industry**
6. 諸法律、知財権、国際標準、個人情報情報の覇権競争⇒**社会システム・医療・介護・教育・宗教・交通運輸・センサネットワーク・Human-Machine Interaction・3D印刷・その他、物質と心の境界に関わる技術の研究開発競争**
情報技術と資本主義の結合がもたらす社会の不安定性の克服、情報技術とテロリズムの結合の克服⇒**ソーシャルインタラクション技術と民主主義の結合の実現**
⇒**Society5.0**

サンフランシスコからの手紙 2015年1月

安西先生

大変ご無沙汰いたしております。一昨年秋にサンフランシスコでお会いしたのが最後だったと思います。私は今もシリコンバレーにおり企業のイノベーション、新規ビジネスの開拓の活動を続けております。

本日こちらに届きました新聞で安西先生の変わらないご活躍振りを拝読し、嬉しく思いメールを書かせていただいております。中教審の新共通試験の答申は、今日の日本(企業)の弱点の根源を理解し、そこを改善するすばらしい取組みであると全面的に賛成いたします。

特に、ここシリコンバレーでの昨今の日本企業の衰退状況を分析していくと、当然ではありますが、人材・能力の違いに行き着きます。世界に通じる人材養成は一朝一夕にはできませんが、現在の日本の教育システムの中で特に大学入試システムは問題があるといわざるを得ません。

こちらに住んで7年がたちますが、娘の教育をみていると、こちらの学校・教育システムが若者の優れた能力を開拓し伸ばすすばらしいシステムとなっていることを痛感しました。これではますます日本企業は世界に立ち遅れていくことは間違いありません。特に偏った大学入試システム(一発学力試験)、優秀な学生を世界から集め切れない大学側のシステム(4月入学もその一つ)、新卒者偏重の企業側の採用システムなどが全て連動しエネルギーの浪費を若者に求め、伸び盛りの能力を、強いては日本企業の力を削いでいるように思えてなりません。

昨今、文科省の予算がグローバル人材養成の為に大学に振り分けられているようですが、大学側も本当にどのように使うべきかを分かっておらず、単にシリコンバレーに学生を夏休み、あるいは数ヶ月間の短期研修として送り込むだけに留まり、「刺激になればいい」的な自己満足で進めているように思えてなりません。

送り込まれてくる学生へ「シリコンバレーとは何か、なぜ新規ビジネスはここから生まれるのか・・・」「これから求められる人材とは・・・」などの演題で話をするのを役柄頼まれることが多いのですが、上記の点が気になってなりません。もちろん、こちらに来た学生達は非常に優秀な人材が多く、会話をするのが非常に楽しみでもあります。ただ、世界に通じるか、USAの同じ年代の学生を比べて・・・となると悲しいことに明らかに日本での教育システムの限界を感じられずにはられません。

安西先生の今回の答申が広く理解され、将来の日本に繁栄をもたらす世界に通じる優秀な人材が多数生まれてくることを期待しております。我々企業側も人材採用のあり方を見直す時期に来ております。

©Yuichiro Anzai

私見卓見

OPINION

日本学術振興会理事長 安西祐一郎

明治以来最大の教育改革といわれる高大接続改革が2019年度に始まる。高等学校教育、大学教育、大学入試全体の抜本的転換を行うこの改革は、22年度から高校1年生に導入される予定の新しい学習指導要領に向けた議論とも連動している。

1990年代以降の世界のグローバル化・多極化と情報化、時を同じくした国内の若年人口急減、国内需要の減少、社会保障費の急増は、幕末から明治にかけて経験した変化に匹敵する社会の大転換をもたらしている。

他人に言われたことをそのままにして覚え、正答が必ず一つある多肢選択式問題の答えを探す、そういう教育はこれからの時代には通用しない。求められるのは、主体性をもち

多極化時代の「教育維新」を

って多様な人々と協力しながら学び働く力だ。高校・大学の教員、教育委員会、保護者などに浸透した価値観一辺倒の単純評価は、速い過去の物語に過ぎなくなる。教育が変わってほじめて日本に未来が開ける。高大接続改革はそのための教育改革である。

江戸末期、爛熟(らんじゅく)した文化が咲き誇る一方で世界の変化に立ち遅れた日本は、1853年のペリー来航によって欧米列強の覇権争いの塵に投げ込まれた。68年の明治維新を機に経済、社会、雇用、教育の仕組みは激変し、適応できない人は没落した。他方で主体性をもって新しい学びに挑戦した若い人々には明るい前途が開けていった。そして日本は独立国家として生き残ることができた。

就学・識字率の高さを背景に近代の学校制度を短期間に醸み出した教育政策が存在する。ペリー来航から明治政府成立まで15年、21世紀に入っですでに同じ歳月が流れた。今世紀になって生まれた子供たちはもう高校生になる。高大接続改革について「拙速はいけない」と叫ぶ人々には、この間の国内外の潮流の変化を知ってほしい。その間に年取ってしまった若い世代のことを考えてほしい。

課題のない改革は改革とは呼ばない。筆者の考えでは、高大接続改革の課題は大人たちが他人事ではなく当事者として知恵を絞れば必ず解決できる。新しい時代を生きる若い世代が幸せな人生を歩んでいけるように、そして日本を独立国家として維持発展させていくために、旧来型教育と大学入試の「維新」を実現しなければならぬ。

当欄は投稿や寄稿を通じて読者の参考になる意見を紹介します。〒100-8066東京都千代田区大手町1-3-7日本経済新聞社東京本社「私見卓見」係またはkaisetsu@nex.nikkei.comまで。原則1000字程度。住所、氏名、年齢、職業、電話番号を明記。添付ファイルはご遠慮下さい。趣旨は変えずに手を加えることがあります。電子版にも掲載します。



文部科学省の有識者会議「高大接続システム改革会議」座長の安西祐一郎氏が「高大接続」改革に込めた思いを語ります。

2045年の学力（17）思考停止と規制緩和（2017年6月5日）

「高大接続」という言葉が独り歩きしている。目まぐるしく変わる世界で、私たちの子どもはどんな力を求められるのか、それにふさわしい教育を創っていこ…



全文表示へ ▶

読売教育ネットワーク <http://kyoiku.yomiuri.co.jp/torikumi/gakuryoku/>

©Yuichiro Anzai