

経済学者は人工知能の夢を見るか？ 『大格差』と経済の将来

2015年7月13日

RIETI BBLセミナー

若田部 昌澄

早稲田大学政治経済学術院教授

wakatabe@waseda.jp

「ロボットの台頭」? 最近の映画から

- * *Her* (2013)
- * *Transcendence* (2014)
 - * Hawking発言:「「完全な人工知能を開発できたら、それは人類の終焉を意味するかもしれない」」
- * *Ex Machina* (2015)
- * *The Avengers: The Age of Ultron* (2015)
- * *The Terminator: Genesis* (2015)



カズオ・イングロ



- * 次作の構想は「まだまだ」というが、「例えば**人工知能**に興味を持っている」という。
- * 「機械が人間より多くの仕事をより良くできるようになれば、人間は果たして何のためにこの世に存在していることになるのか。何が私たちを人間たらしめているのか。簡単に答えは出ませんが、小説家として、とても大切な問いです」。
- * 『日本経済新聞』2015年6月24日夕刊。

経済論争の焦点：長期停滞、 格差増大、ロボットの台頭

- * リーマン・ショック以降の世界経済の停滞
- * 1. 長期停滞 (Secular Stagnation)
 - * Larry Summers, Paul Krugman vs. Ben Bernanke
 - * 需要不足説
 - * IT化⇒投資費用低下
 - * 人口減少⇒期待成長率低下⇒投資低下
 - * Alvin Hansen 1939
- * 2. 格差増大
 - * Thomas Piketty 2014, Anthony Atkinson 2015
- * 3. ロボットの台頭
 - * Brynjolfsson and McAfee 2011, 2014, Tyler Cowen 2013

タイラー・コーエン『大格差』(原著、 2013年：NTT出版、2014年)

- * 「平均の時代」の終わり
- * 知能を有した機械の到来
- * 前作『大停滞』はBrynjolfsson and McAfee 2011に批判、意見を
変える
- * 特異点などには懐疑的
 - * 「コンピューターおたくのための
宗教」
- * しかし、雇用の二極分化
- * フリースタイル・モデルの到来



概要

- * I. 「ロボットの台頭」(Ford 2015)、「第二次機械時代」(Brynjolfsson and McAfee 2014)は到来するか？人工知能はどこまで発達するか？「特異点」は到来するのか？
- * ⇒これらは自然科学者、エンジニアの仕事
- * ⇒社会科学者の仕事は何か？
- * II. 「ロボットの台頭」、「第二次機械化時代」に備える。
- * 経済社会の構想
 - * 経済成長のゆくえ
 - * 対応策
 - * 日本経済の課題と機会

I. 「第二次機械時代」 「専門家」の意見は？

- * 1. PewResearchCenter, 2014
- * The economic impact of robotic advances and AI— Self-driving cars, intelligent digital agents that can act for you, and robots are advancing rapidly. Will networked, automated, artificial intelligence (AI) applications and robotic devices have displaced more jobs than they have created by 2025?
- * Yes 48% vs. No 52%
- * 2. Chicago Booth IMG Forum, 2014

Reasons to be hopeful

- * 1) Advances in technology may displace certain types of work, but **historically** they have been a net creator of jobs.
- * 2) We will **adapt** to these changes by inventing entirely new types of work, and by taking advantage of uniquely human capabilities.
- * 3) Technology will free us from day-to-day drudgery, and allow us to define our relationship with “work” in a more positive and socially beneficial way.
- * 4) Ultimately, we as a society control our own destiny through the **choices** we make.

Reasons to be concerned

- * 1) Impacts from automation have thus far impacted mostly blue-collar employment; the coming wave of innovation threatens to upend white-collar work as well.
- * 2) Certain highly-skilled workers will succeed wildly in this new environment—but far more may be displaced into lower paying service industry jobs at best, or permanent unemployment at worst.
- * 3) Our educational system is not adequately preparing us for work of the future, and our political and economic institutions are poorly equipped to handle these hard choices.

Areas Where Both Groups Agree

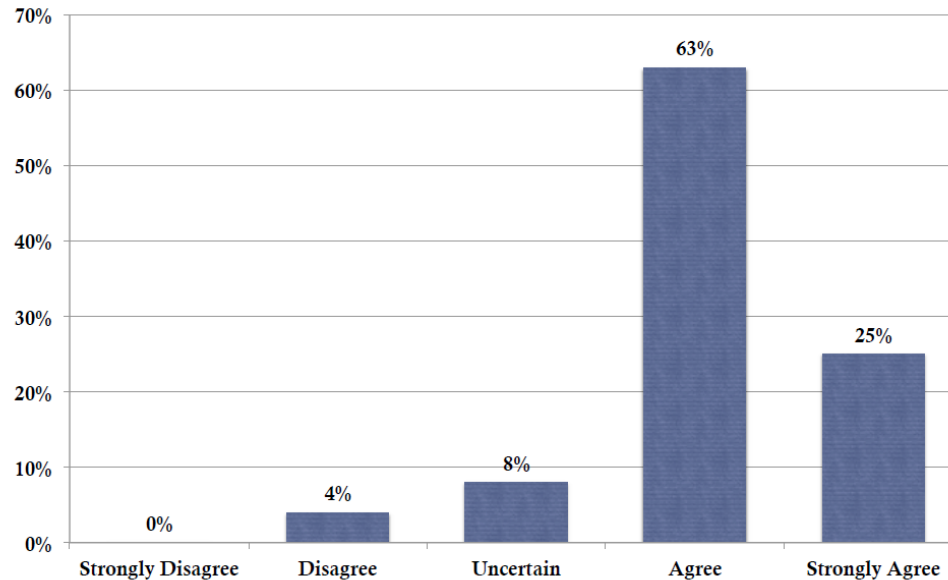
- * 1) Our public institutions—especially our educational system—are not adequately prepared for the coming wave of technological
- * 2) These technological changes may result in new skills being valued, and may also lead to a rethinking of the concept of “work”
- * 3) It will free us from the industrial age notion of what a “job” is
- * 4) We will see an explosion in new types of production—small-scale, artisanal, hand-made, barter-based
- * 5) The future is not set in stone; it depends on the social and political choices that we make as a society
- * 6) Different parts of the globe may feel these impacts differently

Chicago Booth IGM Expert Poll

歴史をみると自動化は影響あるか

Figure 1. Chicago Booth IGM Expert Poll: Impact of Automation on Employment and Wages

A. Advancing Automation has Not Historically Reduced Employment in the United States...



中位賃金の停滞はITの影響か？

B. Information Technology and Automation Are a Central Reason Why Median Wages Have Been Stagnant in the US Over the Past Decade, Despite Rising Productivity.

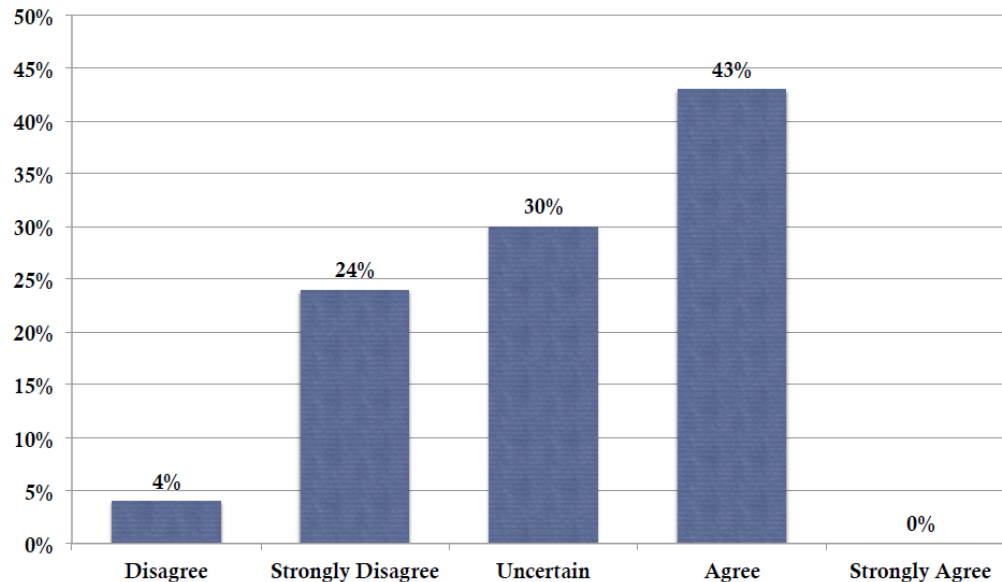


Figure 1 notes. Survey date February 25, 2014, available at http://www.igmchicago.org/igm-economic-experts-panel/poll-results?SurveyID=SV_eKbRnXZWx3jSRBb (accessed 3/26/2014)

Ⅱ. 「第二次機械時代」の経済社会

- * これまでの経済学の「常識」
- * 「技術的失業」、「テクノロジー失業」の神話
- * 非経済学者の抱く「雇用創出 (make work) バイアス」
- * 「経済学者は前言をしばしばひるがえすことで有名であるが、技術に対する賛成の立場を修正する必要があると思っている経済学者はまずいない」(Caplan 2007, 42; 邦訳86頁)

生産関数から考える

- * $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$
- * 1. 労働と資本の代替性と補完性
 - * 資本増大⇒労働の限界生産力増大
 - * 資本増大⇒労働減少
- * 2. 価格の変動と需要の弾力性
- * 3. 知識
 - * 知識とは何か？暗黙の知識 (Autor 2014)
 - * 知識生産関数の形状は？

経済学者と機械

- * **補完派**: David Ricardo 1821, Herbert A. Simon 1977
 - * リカードウの有名な「機械論」
 - * 「強制貯蓄」についてで、「技術的失業」を論じていない。
 - * 機械導入には賛成
- * **代替派**: John Maynard Keynes 1933, Wassily Leontief 1982

理論的可能性 (Brynjolfsson and McAfee 2014, 176)

- * 1. 需要の弾力性の低さ: 労働者を節約する生産性の向上⇒製品価格下落。需要の弾力性が高い別の財に需要が生じ、失業した労働者はそこで雇用。
- * 逆に、需要の弾力性が小さい⇒十分に労働への需要が生じない可能性。
- * 2. 労働供給側の調整の遅れ。ある部門で失業した労働者が別の部門で雇用されるためには、新しく技能を学ぶ必要。
- * 時間がかかる。新技術が矢継ぎ早に登場したら？調整が追いつかない可能性。
- * 3. 技能偏向型技術革新。機械を多く用いるような技術革新の進行⇒労働への需要減少
- * 需要が下がれば実質賃金は下がるはず⇒しかし、人間は食べていかなくてはならないため、実質賃金が下がるのには限度⇒失業が持続。

実証的証拠？

- * Brynjolfsson and McAfee 2014
- * アメリカにおいて、製造業でも農業でも労働生産性は着実に上昇しているのに対して、民間部門での雇用者数が1990年代半ば以降伸び悩んでいる。
- * ただし、Autor 2014
- * 雇用者数の伸び悩みはむしろ中国の台頭によるグローバル化の影響

図 労働生産性と民間部門の雇用

出所：Brynjolfsson and McAfee, 2014, 165

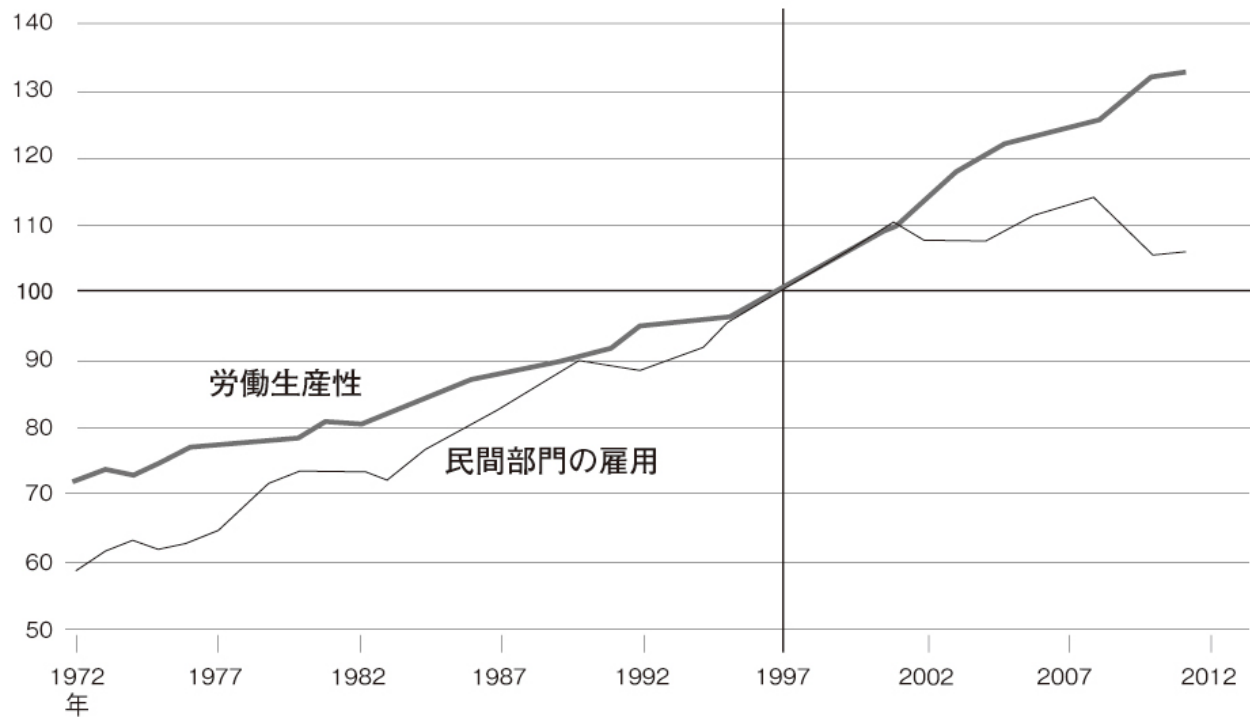
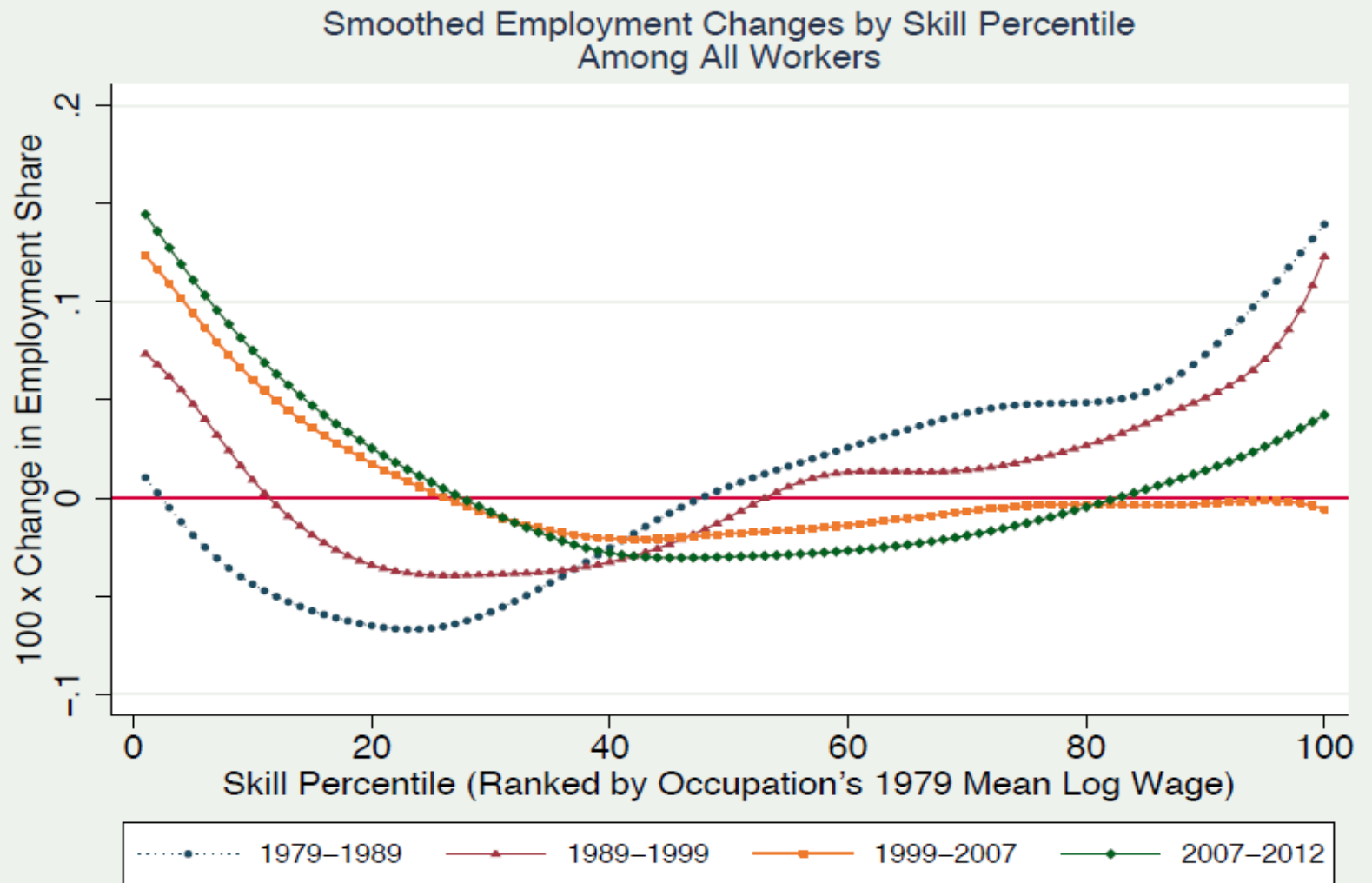


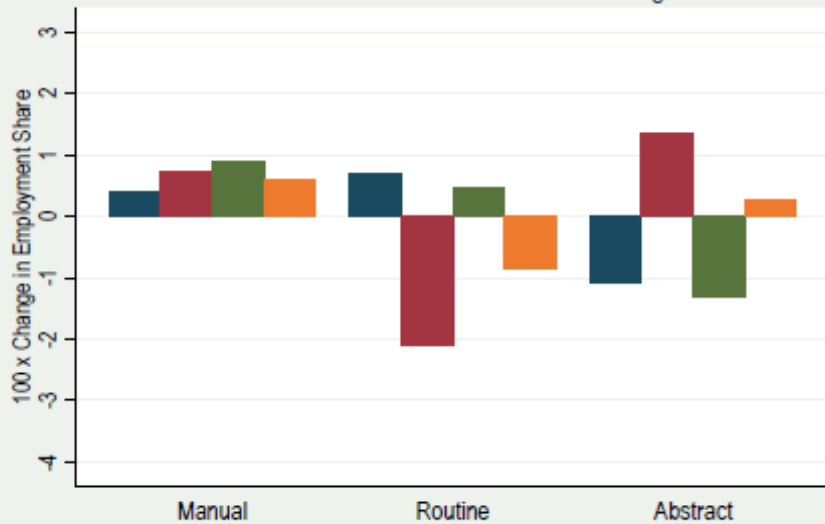
Figure 7. Smoothed Employment Changes by Occupational Skill Percentile, 1979 – 2012



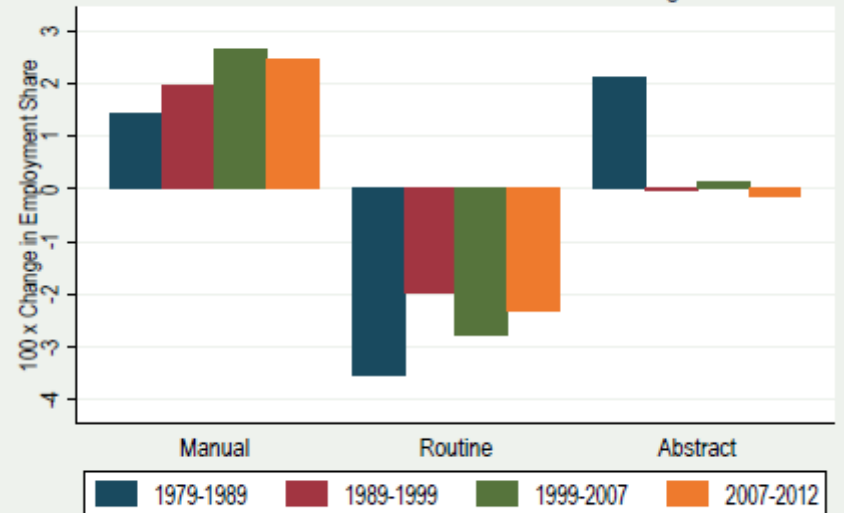
教育水準による違い

Figure 8. Changes in Employment Shares in Broad Occupational Categories, 1979 – 2012:
Workers with and Without a Four-Year College Degree

A. Workers with At Least 4 Years of College



B. Workers with Less Than 4 Years of College



経済成長理論

- * 新しい知識の創出こそが経済成長の原動力
- * しかし、技術・知識の要因分析には弱い
- * Hanson 2001
 - * 当初は、機械と労働の補完性⇒その後代替
 - * 実質賃金は上昇してから下落
- * Fernald and Jones 2014
 - * $Y = AK^\alpha (L1^{\beta_1} L2^{\beta_2} L_n^{\beta_n})^{1-\alpha}$.
 - * 労働Lの資本Kによる代替
 - * 資本シェアの上昇、経済成長率の上昇
 - * 経済成長率は**無限大に!**

知識関数の形状

Fernald and Jones 2014

The shape of the idea production function, $f(A)$

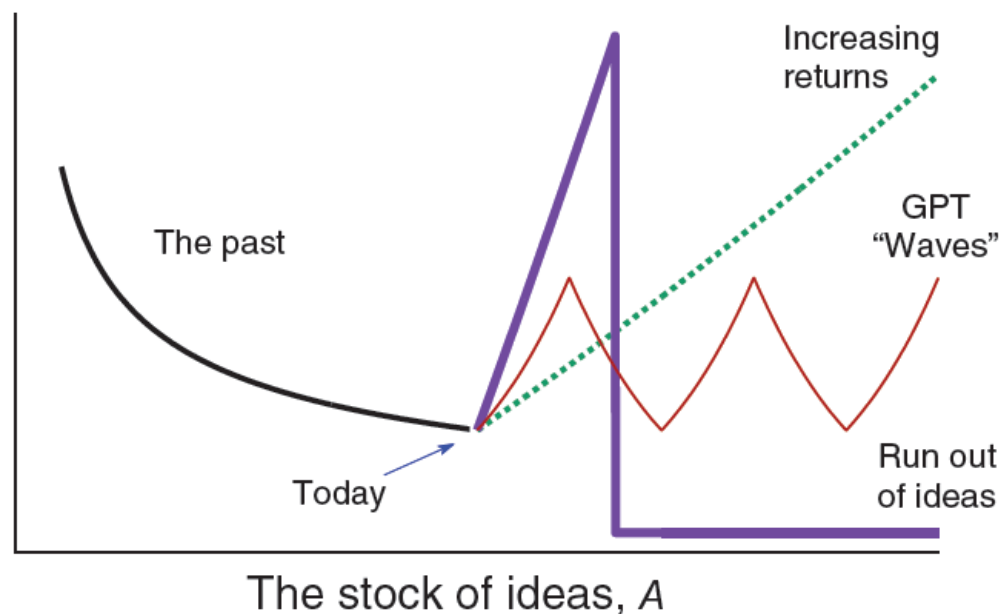


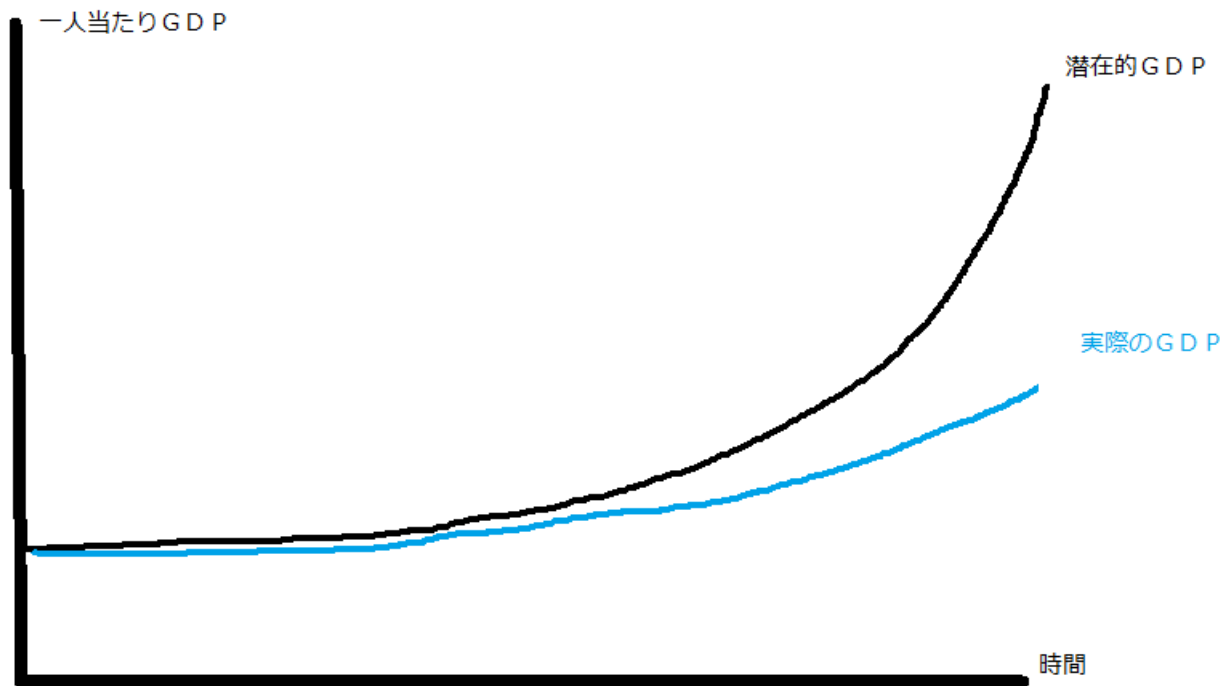
FIGURE 4. ALTERNATIVE FUTURES

Note: The shape of the idea production function for future levels of A need not look like it has in the past.

経済学における短期と長期

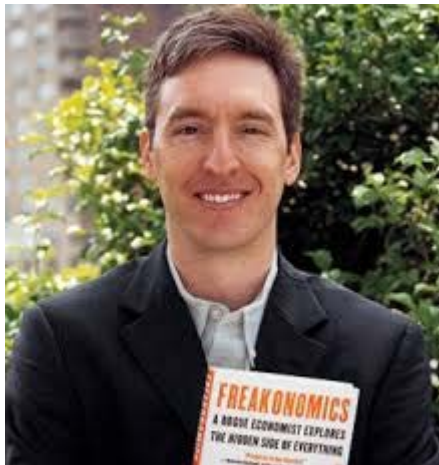
- * 経済学における総供給と総需要の関係
- * 短期：総需要が制約
- * 長期：総供給のみが制約
- * ①長期においては、賃金・価格が伸縮的に調整される
- * ⇒しかし、実質賃金はどこまで下がるのか？
- * ②短期においては、総需要管理政策がなされる
- * Robert Solow の「新古典派総合」の意味

第二次機械時代⇒ギャップの拡大？



経済学者と機械：人工知能は経済学者の夢を見るか？

Steven Levitt



Thomas Piketty



科学の変容

- * ここ20年くらいの社会科学・経済学そのものの巨大な変容
- * 急速に進むデータサイエンス化
- * Cowenの予測
- * ①専門分化の進展
- * ②一部では問題の複雑化
- * ③遠くない将来、賢い機械が自立した優秀な研究者になる
- * 経済学のデータサイエンス化が、経済学者機械の誕生を生む
- * 他方で、「フリースタイル経済学者」の誕生

「ロボットの台頭」の規範的含意

- * 1. ロボットは「サンデル白熱教室」から何を学ぶか？
- * 乗客を事故から守るために、自動化自動車は歩行者を犠牲にするか？

- * 2. 第二次機械時代とロールズ
- * 雇用の二極分解
- * しかし、5世代後には階級間移動の確率は同じになる
- * 神取2014、467－469頁

見通し

- * 「ロボットの台頭」のスローダウン⇒実現可能性少ない、かつ望ましくない
- * 機械打ちこわし:現代版ラダイト運動の起きる可能性は?
 - * 局所的にはありうる?
- * 現代では、知識創出の拠点が分散、なおかつ競争
- * しかし、進歩、成長の果実を実感する仕組みが必要

経済学的解決策

- * ①教育・訓練の向上
- * ②税制改革
 - * 労働から資本への所得源泉の移動
 - * 資本課税の強化
 - * Pikettyともつながる
 - * ただし、現在の日本には当てはまらない？
- * ③万人の資本家化？ Smith 2013
 - * 資本のシェアが増大
 - * 安価なロボット⇒中小企業の設立容易に
 - * 資本の再分配
 - * ただし、資産管理が必要
- * ④最低保障所得 (Guaranteed Minimum Income)、ベーシック・インカム Ford 2015
- * ⑤マクロ政策的対応

教育は万能薬か？

- * 1. 向上の余地あり
- * 教育はもともと規制された産業の一つ
- * マン・マシン・インターフェイス
- * 統計リテラシー
 - * Application, concepts, programming
- * 早期教育Heckman 2013
- * 2. しかし限界も
- * 教育は自己教育
- * 比較優位
- * シグナリングとしての側面

GMI、ベーシック・インカム(BI)、負の 所得税(NIT)

- * 最低保障所得＋稼得額を増やすインセンティブ設計
 - * 給付付税額控除(EITC)に一部
- * Milton Friedman, Friedrich A. Hayek, James Meade, James Tobinの提案
- * 思想的にはさまざま:右派、左派それぞれに支持者
- * 公正、正義ではなく効率を問題にしても提唱可能
 - * 保険として機能
 - * Entrepreneurshipへのセーフティーネット?
- * インセンティブが重要
 - * 教育水準に応じた調整?
- * 財源?原田2015が検討
 - * 炭素税のリベートも考えられる(Ford 2015)

日本経済の課題と機会 (若田部2015)

日本経済の抱える課題

- * 「失われた20年」:デフレ下の長期停滞
- * 成長余力の停滞
 - * 少子高齢化
 - * 研究開発成果の低下
- * 格差というよりも貧困問題
 - * 片親家計の貧困率50%以上

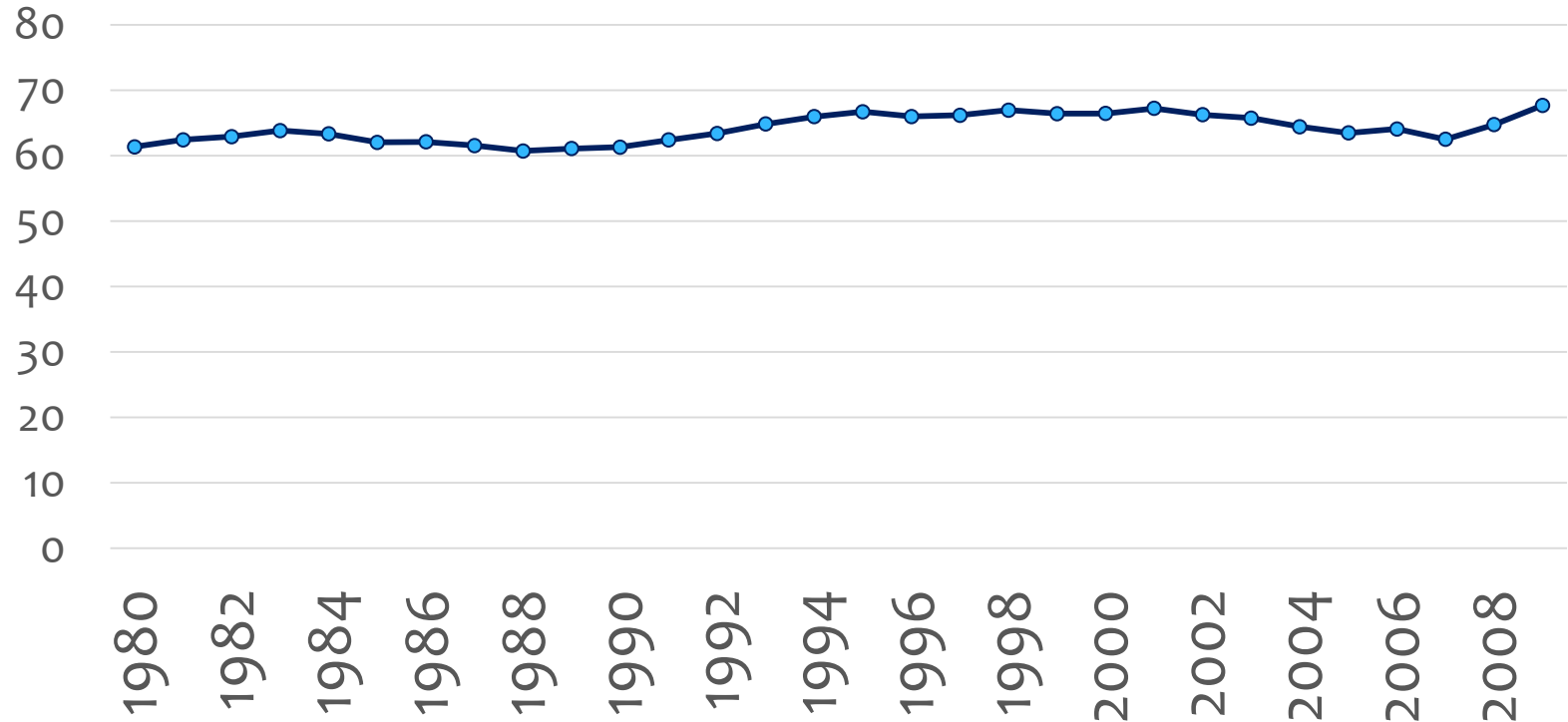
日本経済に必要な3つのR

- * Reflation
- * Reform
- * Redistribution, Reconstruction

日本の労働分配率：矢野浩一他作成

* 日本の労働分配率は1980年から2009年まで比較的安定的に推移

日本の労働分配率



[出典] 2009（平成21）年度 国民経済計算確報（2000年基準・93SNA）（1980年～2009年）から筆者作成（国民経済計算確報だけを用い、ピケティのデータは一切用いていない）

http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kakuhou/files/h21/h21_kaku_top.html

政策イノベーション⇒IT+BI

- * マクロ的対応とミクロ的対応の組み合わせ
- * 1. インフレ目標(IT)あるいは名目GDP水準目標(NGDPLT)
 - * インフレ目標の数値が低すぎる?
 - * 90年代:低インフレ時代⇒雇用、賃金に影響?
 - * Blanchardらの提言:4%への引き上げ(別の理由から)
- * 名目GDP水準目標への進化
 - * 需給ギャップを埋める
 - * 供給面で正のショック⇒物価のみに注目すると金融緩和⇒バブル?
 - * 供給面で負のショック⇒物価のみに注目すると金融引き締め⇒不況
- * 2. ベーシック・インカム、あるいは負の所得税
- * 3. 両者を組み合わせる
- * ベーシック・インカムの財源としてマネーを供給する
- * マネーの波及経路として利用可能

AI=IT+BI:「第二次機械時代」の 経済政策フレームワーク

- * 「ロボットの台頭」⇒巨大な成長余力の誕生
- * 成長余力の活用に必要な需要面の手当て
- * 1. IT⇒NGDPLT
- * 2. BI
- * デフレ不況と貧困問題を解決する
- * この政策フレームワークは、「ロボットの台頭」がなくても**必要**
- * しかし、「ロボットの台頭」があれば**さらに必要**になる。
- * 所得があれば、マッサージに行く回数が増える(井上2015)

当面の課題

- * 1. 情報収集 (Hanson 2015)
 - * ① AI研究者への体系的サーベイできれば、予測市場の利用
 - * ② 実証的証拠：自動化の雇用への影響度
 - * 歴史的研究を含む
- * 2. 既存の経済問題の解決
 - * 日本の研究開発成果低下への対応
 - * 豊田2015
- * 3. 政策体系の進化
 - * IT (NGDPLT) + BI

References

- * Atkinson, Anthony. 2015. *Inequality: What Can Be Done?* Cambridge: Harvard University Press.
- * Autor, David. 2014. “Polanyi’s Paradox and the Shape of Employment Growth.” NBER Working Paper No. 20485.
- * Brynjolfsson, Erik, and Andrew McAfee. 2011. *The Race Against the Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*, Digital Frontier Press. (村井章子訳『機械との競争』日経BP社、2013年)
- * ———. 2014. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, New York and London: W. W. Norton.
- * Caplan, Bryan. 2007. *The Myth of the Rational Voter: Why Democracies Choose Bad Policies*, Princeton: Princeton University Press. (長峯純一・奥井克美監訳『選挙の経済学』日経BP社、2009年)
- * Cowen, Tyler. 2011. *The Great Stagnation: How America Ate All the Low-Hanging Fruit of Modern History, Got Sick, and Will (Eventually) Feel Better*, New York: Dutton Adult. (池村千秋訳『大停滞』NTT出版、2012年)
- * ———. 2013. *Average is Over: Powering America Beyond the Age of the Great Stagnation*, New York: Dutton Adult. (池村千秋訳『大格差』NTT出版、2014年)
- * Fernald, John C., and Charles I. Jones. 2014. “The Future of US Economic Growth.” *American Economic Review: Papers and Proceedings* 104(5):44-49.
- * Ford, Martin. 2015. *The Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future*. New York: Basic Books.
- * Hansen, Alvin. 1939. “Economic Progress and Declining Population Growth.” *American Economic Review* 29 (1): 1-15.
- * Hanson, Robin. 2001. “Economic Growth Given Machine Intelligence.” http://www.researchgate.net/profile/Robin_Hanson2/publication/228948494_Economic_growth_given_machine_intelligence/links/00b4951facaf4a1f42000000.pdf
- * ———. 2015. “How to Survive a Robot Uprising: Seeing Dark Omens of Catastrophe in New Tech Demos Review of Ford 2015.” *Reason* March 3, 2015.

References

- * Heckman, James J. 2013. *Giving Kids a Fair Chance*, A Boston Review Book, Cambridge: The MIT Press. (古草秀子訳『幼児教育の経済学』東洋経済新報社、2015年)
- * Keynes, John Maynard. 1933. “Economic Possibilities for our Grandchildren (1930).” *Essays in Persuasion*: 358–373.
- * Leontief, W. W. 1982. “The Distribution of Work and Income.” *Scientific American* 192: 188–204.
- * PewResearchCenter. 2014. “AI, Robotics, and the Future of Jobs.” <http://www.pewinternet.org/2014/08/06/future-of-jobs/>
- * Picketty, Thomas. 2014. *Capital in the Twenty-First Century*, Cambridge: Harvard University Press. (トマ・ピケティ著山形浩生・守岡桜・森本正史訳『21世紀の資本』みすず書房、2014年)
- * Ricardo, David. 1821/1951. *On the Principles of Political Economy and Taxation*, in *The Works and Correspondence of David Ricardo*, edited by Piero Sraffa with the collaboration of M. H. Dobb, Cambridge: Cambridge University Press, Vol.1. (堀経夫訳『デイヴィッド・リカード全集第 I 巻経済学および課税の原理』雄松堂、1972年)
- * Simon, H. A. 1977. *The New Science of Management Decision*. Prentice Hall.
- * Smith, Noah. 2013. “The End of Labor: How to Protect Workers From the Rise of Robots.” *The Atlantic*, January 14.
- * Zeira, Joseph. 1998. “Workers, Machines, and Economic Growth.” *Quarterly Journal of Economics* 113(4): 1091-1117.
- * 井上智洋2015.「機械が人間の知性を超える日をどのように迎えるべきか？——AIとBI」
<http://synodos.jp/economy/11503>
- * 神取道宏.2014.『マイクロ経済学之力』日本評論社。
- * 豊田長康.2015.「運営費交付金削減による国立大学への影響・評価に関する研究 ～国際学術論文データベースによる論文数分析を中心として～」<http://www.janu.jp/report/files/2014-seisakukenkyujo-uneihi-all.pdf>
- * 原田泰.2015.『ベーシック・インカム』中公新書。
- * 若田部昌澄2014.「経済学史の窓から 第8回リカードは技術的失業の予言者か？」『書齋の窓』有斐閣.2014年5月号。
- * ー.2015.『ネオアベノミクスの論点』PHP新書。

補論1:リカードウの「機械論」:長期的には労働需要は増える

- * 「つねに改良された機械の結果である、商品で評価された純所得の増加が、新しい貯蓄と蓄積とに導くであろう」。
- * 「これらの貯蓄は年々のことであって、機械の発明によって最初に失われた総収入よりもはるかに大きな基金を、まもなく創造するに違いないが、その時には、労働に対する需要は以前と同じになるであろう。そして人民の境遇は、増加した純収入がなおも彼らに、増加することを可能にする貯蓄によって、なおいっそう改善されるであろう」(Ricardo 1821/1951, 396;邦訳、455頁)。
- * 「私が試みた論述が、機械は奨励されてはならない、との推論に導かないであろうことを、私は希望する。原理を解明するために、私は、改良された機械が突然に発明され、そして広範に使用されるものと、仮定してきた。しかし、実を言えば、これらの発明は漸次的であり、そして資本をその現用途から他に転用するという結果を生ずるよりも、むしろ、貯蓄され蓄積された資本の用途を決定するという結果を生ずるのである」(Ricardo 1821/1951, 395;邦訳、453頁)

リカードウの「機械論」：グローバル経済での機械奨励

- * 1. 自国が機械の使用を妨げれば、機械は外国で使用されるだけ。「機械の使用が一国家内で阻害されても安全である、ということはけっしてありえない。というのは、もしも資本が、機械によってこの国に与えられるであろう、最大の純収入を収めることを許されないとすれば、それは海外に運び去られるだろうからである。そしてこのことは、労働に対する需要にとって、もっとも広範な機械の使用よりもはるかに重大な阻害であるに違いない」(Ricardo 1821/1951, 396;邦訳、455頁)。
- * 2. 外国が機械を用いるならば、外国製品の生産性が向上し、自国製品は貿易上不利になる。「他のすべての国が機械の使用を奨励しているのに、われわれがこれを拒否するようなことがあれば、われわれは、わが国の財貨の自然価格を他の諸国の価格にまで下げるまでは、外国財貨と引き換えにわが貨幣を輸出することをよぎなくされるであろう」(Ricardo 1821/1951, 397;邦訳、455頁)。外国が1日分の労働を要した商品を手に入れるのに、我が国は2日分の労働を要した商品を与える。こうした「不利な交換はわれわれ自身の行為の結果であろう。というのは、われわれが輸出し、そしてわれわれに二日の労働を費やさせた商品は、もしもわれわれが機械の使用を拒否しなかったとすれば、われわれにわずか一日の労働を費やさせたにすぎないだろうからである。これに対して、われわれの隣国人はより懸命に機械の用役を専有したのである」(Ricardo 1821/1951, 397;邦訳、456頁)。

リカードウの「機械論」：労働と資本は補完的

- * 「賃金が上昇するごとに、それは貯蓄された資本を以前よりも大きな割合で機械の使用に向かわせる傾向をもつであらう。機械と労働とはたえず競争している」(Ricardo 1921/1951, 395;邦訳、453頁)。
- * しかし「**機械は人間の助力がなければ運転されえない。それは、彼らの労働の寄与を待たなければ製造されえない**」(Ricardo 1821/1951, 396;邦訳、455頁)。

補論2：豊田2015の結果

総括（1）

- 国際学術論文データベースの論文数と各種指標を検討し、**理系を中心とする研究力**について、運営費交付金削減による国立大学への影響を分析した。
- 日本の大学の研究力の国際比較や大学間比較のためには、**研究時間に基づき、人件費を含めて研究費と教育費を区別する仕組み作り**(FTE研究従事者数の毎年の算定)が急がれる。
- **日本の研究力(学術論文)の国際競争力は質・量ともに低下した。**
 - 2013年人口あたり論文数は**35位**、論文の注目度(質)は**26位**。
- 学術分野の違いにより論文数の動態は異なるが、**国際競争力の高かった分野ほど論文数が大きく減少した。**
 - 競争的環境の強化や評価制度により研究者一人あたり論文数が増加する余地は小さい可能性

総括(2)

- G7主要国に対する論文数の国際競争力低下は、1998年頃から始まった高等教育機関への公的研究資金の相対的減少から約4年のタイムラグを経て2002年頃から顕現化し10年間で25%低下した。
- OECD諸国の分析から、論文数と最も強く相関する因子は、FTE研究者数と、高等教育機関への公的研究資金の多寡であり、その増減には1対1に対応する強い正の相関関係がある。
- わが国の研究力低迷の主要因。
 - 高等教育機関への公的研究資金が先進国中最も少なく、かつ増加していない。
 - 高等教育機関のFTE研究従事者数が先進国中最も少なく、かつ増加していない。
 - 博士課程修了者数が先進国中最も少なく、増加していない。
 - 論文数に反映され難い政府研究機関への公的研究資金の注入比率が高く、大学研究費の施設・設備費比率が高い。

総括(3)

- 国立大学間において、推定理系FTE研究者数あたり論文数は大規模大学においても中小規模大学においてもほぼ同一。大学への研究資金あたりの論文生産性は中・小規模大学の方が高い。
- 各大学とも外部資金の獲得等に努力してきたが、運営費交付金削減の法人化による代償効果は、附属病院を除いては限界に達し、交付金削減がそのまま教育・研究機能や組織の縮小として反映されるフェーズに入っている。
- 論文数の押し上げ効果が最も高いと推定されるのはFTE研究者数（今回は常勤教員数で分析）、基盤的研究資金であり、外部資金では科研採択件数である。重点化（選択と集中）性格の強い資金は低い。
- 国立大学の論文数の停滞・減少をもたらした主因は基盤的研究資金の削減（およびそれに伴うFTE研究者数の減少）であり、さらに重点化（選択と集中）性格の強い研究資金への移行が論文生産性を低下させ、国際競争力をいっそう低下させたことが示唆される。

総括(4)

- 現在の基盤的研究資金の削減と、重点化(選択と集中)性格の強い競争的資金への移行政策が継続された場合、日本の国際競争力はいっそう低下し、日本のイノベーション力を低下させ、経済成長に負の影響を与えることが懸念される。
- 日本の研究国際競争力を回復するためには、各大学の基盤的研究資金、FTE研究者数(研究者の頭数×研究時間)、および幅広く配分される研究資金(狭義)を確保し、日本のピーク時に回復するためには25%、韓国に追いつくためには50%(1.5倍)、G7諸国や台湾に追いつくためには100%(2倍)増やすことが必要である。
- 人口が減少しつつある状況においても資源の乏しい日本が経済成長を維持するためには、イノベーションの人口あたり「質×量」について海外諸国との相対的な競争力(順位)を向上させる必要があり、そのためには人口あるいはGDPに見合った大学への公的研究資金の増(上記値)が必要である。