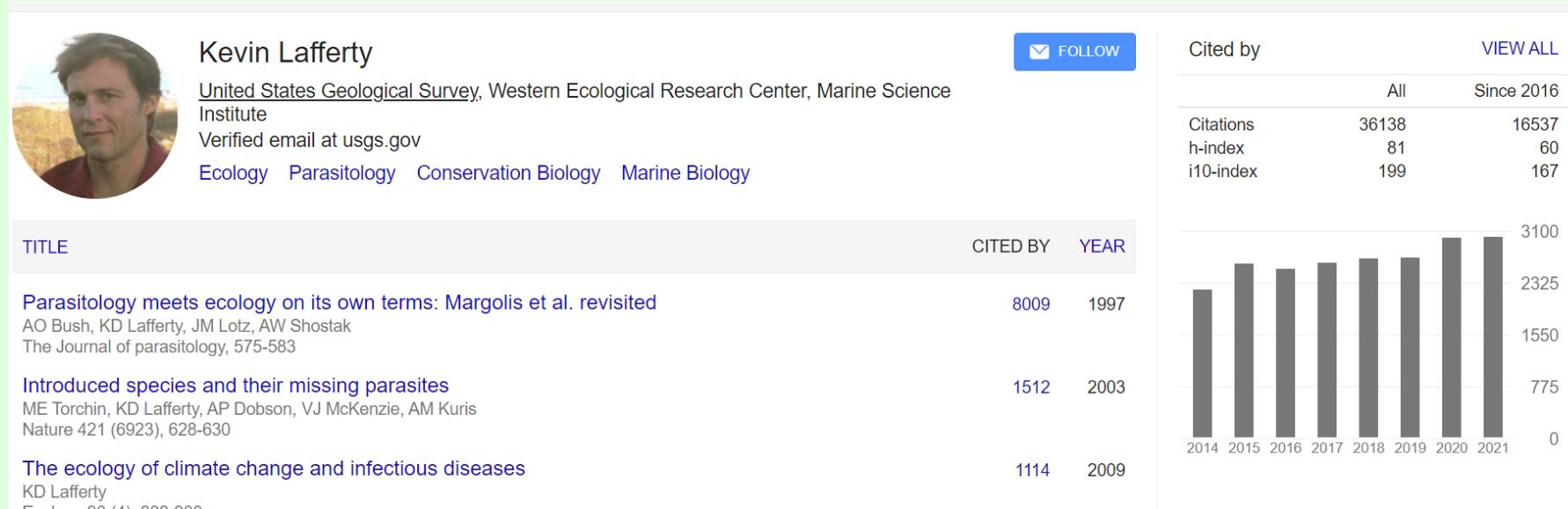


A Science business model for answering important questions

Kevin D. Lafferty



担当：市野川

How to better science?

- この本のエディタや著者らは現在のビジネスモデルでの成功者であり、現状のままであればそれで満足
- しかし近年、科学のビジネスモデルは急速に厳しくなってきている
 - 2012年以降、少なくとも9つの論文が、もっと資金を出すべきだと政府主導の生物医学研究を批判
- もっともっと資金を得るには？
 - 投資に対するリターン(投資利益率)の拡大
 - そのためには；学生の育成、再現性、資金分配、データの統合、出版モデル、評価指標についての再考が必要である

Training

生態学志望の学生の生き残り率は1/5



Ecologyをやりたい人に対して， Ecologyをやる機会が少なすぎる

- 需要に対して供給が過剰だと：教員の賃金は下り，キャリア志向の学生は逃げる，教育への投資に対してpoor returnしか得られない。また，学生も十分なサポートを受けられない。

対称的なシステム：生き残り率がほぼ100%の薬学分野

- 試験 → 就職 → (厳選された人) → 博士課程 → 博士
 - 博士の養成プロセスでは一人当たりにお金をかけて充実したトレーニングを受けることができる
- 出口管理よりも入口管理を！

学生の需要と供給ができるだけバランスさせるためには

- grantに対するRAよりも奨学金
 - 奨学金制度による競争時点で一定数が間引かれる
 - 奨学金獲得者はフリーエージェントとして、より良いメンターや良いプロジェクトを選べる（メンター、プロジェクトの質向上）
 - 納税者からの視点：自国民への税金の還元
 - 分野内での人材の多様性をコントロールできる
- 但し：労働力（RA）を大量に必要とする大規模プロジェクト、留学生、学生間の分断、TAの不足なども

女性比率の相対的な低さ

女性比率はどのくらい？

- 米国生態学会の会員 → 55%， 生態学雑誌の著者 → 28%， 引用件数が多い論文の著者 → 21%， 謝辞 → 44%， 米国の科研費 → 30% (Beck et al. 2014)
- 2019年；生態学分野全体での雇用 → 53%， 准教授の雇用 → 40%， 教授の雇用 → 23%

なぜ？

- 無意識のバイアス， 野外調査でのセクハラなど

働く人の多様性は分野を豊かにする

- species diversityを受け入れるのと同じように， 生態学者は働く人のdiversityも受け入れるべきである

Parentingの問題

- 生態学者の場合、子供を持つのに（社会的に・生物的に・文化的に）望ましいとされる年齢が、研究者としてキャリアを積むべき・最も競争の激しい年齢（20代後半～30代前半）と被っている
 - 薬学の場合にはもっと早い段階でキャリアを積んで就職するのでこれを回避できる
 - カリフォルニア大学の100人の女性ポスドク □ 46人 □ 11人
 - 子供を持つ母親である教員は父親や子供のいない女性教員の1/3しかテニュアの職を得ていない
 - 一方で、カナダではこのような女性の相対的比率の違いはほとんどない

どうすればいいか？

- 女性にフレンドリーな政策（組織的差別の撤廃，ハラスメントに対する教育，より多様なロールモデルの推奨）
- 競争よりも若い世代を養育するような文化の醸成
- double-blind proposal and manuscript review
- 子育て世代に対する様々な支援
- 競争すべき年代の若齢化（奨学金）

Reproducibility

「生態学」において再現性がどのくらい必要か？



再現性に対する世間の関心はますます近年高まっているが、生態学では難しい問題

- 個々の研究は「一般性」を示すものではない。しかし、その研究が集まって「一般性」を示唆する結果が得られることがある
- 結果を再現することと、別の条件で遭った場合に面白い現象を発見すること、のトレードオフ

⇒ 生態学の発展が安定したアトラクタではなく、ランダムウォークのような発展をしてきた理由もある

再現性はゴールではないが、少なくとも透明性と偏りのない結果の解釈は重要

- 複雑な統計手法の利用による「どんな解釈でも可能な統計解析の結果」 / 低い R^2 値, 高いp-value / 多重比較 / preconvinced hypothesisのもとでのデータ収集
- HARKing (hypothesizing after the results are known)
- catastrophes, collapses, and crisesへの過剰な強調



政策決定者から信頼されるようなバイアスのない情報を提供することが最も重要

科学論文における透明性・再現性

- 多くの雑誌がopenness guildlineの提供：引用の規則，データの透明性，プログラムコードのアーカイブ， material archiving， デザインの透明性， 事前の仮説・解析方法， 過去の研究の再現
- それぞれの研究組織で提供しているgood practicesの実行；でも従わない
 - blind assessmentとかは良いやり方だが， 生態学では一般的ではない
 - 雑誌によって独自のチェックポイントを提供している場合も（Nature, 18のチェックポイント）
- 重要性や発見でなく， sound hypothesisやmethodを重視した出版形態（PLOS）によって， negative resultsの出版が可能に
- Collaborative Independent Reviewの提案（Box1）

Box1: Collaborative independent Review

1. イントロと方法，仮説，その仮説に対する予測を主著者（PI）が提案
2. double-blind panelが投資利益率をレビュー
3. レビューに基づいて計画を修正しつつ，技術者（PIも可）と解析者（PIは不可）に送る
4. 技術者は資金の半分を受け取って解析を実施し結果を示すレポートを作成，解析者は完全に中立のまま，実験結果に基づいて仮説に基づく予測が結果から得られているかについてレポートを作成
5. 全員が合意したら，PIはイントロ～結果までを書ける
6. レフェリーを含めた全員が合意できる議論を作成する

コストや時間がかかる，創造性が失われるなどの欠点も。非常に重要な課題であり，あまりにも以外な発見を検証したりするときには有用

Funding

funding rateは生態学者の科学的インパクトの30%しか説明しない



それでも資金確保は重要。利益率を高めるにはどう投資すればいいのか？

- 米国的基本的なfunding system : big-investigator original research programに対するファンド □ 採択率5~8%
 - さまざまな面から考えてもかなり効率が悪い
- カナダやブラジル : プロジェクトではなく人に対するファンド
 - よりhigh-impact scienceをした人にgrantをつける
 - positive feedbackが期待されるが、行き過ぎると非効率的に（お金を数えるのに忙しくて種類を数えられなくなる）
- 採択率を上げる試み
 - 米国新しいシステム : preproposalによって申請件数を絞ったり、申請期間を制限
 - 申請者が審査員をしないといけないシステムに

- fundを教員につけるのではなく大学全体につける
 - 教員について大学がそのオーバーヘッドをもらう（そのさい教員にrewardが与えられる）仕組みの場合、教員が不必要的big projectに応募するような傾向が強くなってしまうので
 - イギリスなどでは既にそのような方法が導入されている（大学や組織へは全体的な成果によってfundが配分）
- 著者が一番好きな方法（メキシコ）：学生が論文の著者になった場合にメンターにrewardを与える方式

Data streams and synthesis

障壁を破って collaboration を導くには？



新しいデータ

- 自分で調査してデータを集めるのではなく新しいデータ
 - 衛星データ，様々なセンサーからの天候情報，市民データ
 - global database (eBird, iNaturalist, REEF)
 - 生態学者の役割：データ収集のデザイン・結果の解釈，個々人で収集したデータの提供

データの統合

膨大なデータや研究成果をもとに生態学におけるbig questionに対する答えを得るために
のプロジェクトへNSFが資金提供 → NCEAS

- 70か国、5000任の科学者がそれぞれの研究成果をもとに議論し成果を統合
- すごい成果(Global Ocean Health Index, etc.) → 2倍の資金の投入
 - 2000 paper, 組織としてのh-index=242
 - 孤独な研究からチーム戦に
 - 資金が引き上げられてからもNCEASをモデルとした20の統合センターがその志を引き継いでいる

障壁を破ってcollaborationを導くには？

→ 大きなアイディアと魅力的な目的地までの交通費をカバーしてやればいい

Publication

研究で食べていけない
なら出版で食べていけばいいじゃない



出版とブランドの価値

- Elsevierのマージンは40%
- ESAは学会誌をオープンアクセスにするかわりに、Wileyに学会誌の発効を委託
 - 学会誌を発行することなく学会費を徴収できる戦略
- ElsevierもESAも高いブランド力があるからできる技

査読システム

ジャーナルは科学者から労働力を提供してもらっている

- 査読が帰ってこないと嘆きつつ、査読を依頼を断る研究者（拒否率70%） → tragedy of the reviewer commons
- 著者自身が査読者を見つけてくるシステムを提案する人も
- cooperative point system: 論文を投稿する前に査読した実績が必要とされる（Box 2）

オープンアクセス

税金でなされた研究成果なのに、お金を払わないと閲覧できないのはちょっとおかしくない？

- 営利目的の出版社との契約を解除するような組織も
- 出資者が著者に論文をオープンアクセスの義務を課す（Bill and Melinda Gates Foundation, ヨーロッパ^{プランS}, 中国・インド）
- 様々なオープンアクセス形態
 - gold open access: 著者が前もって出版社にオープンアクセス料を払って、論文をオープンにする
 - predatory stand-alone "open access"; ハゲタカジャーナル
 - green open access model; Research Gate
 - black open access model; [Sci-Hub](#)

Diamond open access の勧め

- preprint server (arXivなど) でpreprintを掲載してから, traditionalな雑誌へ投稿
 - open accessでありながら, 伝統的な雑誌での掲載というブランドの恩恵にも預かることができる
 - ただし, arXivのみでは, (moderatorによるpreprintのfilteringや採択のシステムはあるが) 一般的な「査読」とは異なるという認識
- "Peer Community in...(PCI)"が登場
 - 著者はpreprint serverに出した後にPCI Ecologyに投稿 (no cost) →記名のボランティアがエディタとなり, 記名または無記名の査読者が査読→査読結果や査読プロセスも順次アップされる→採択になったら"peer-reviewed"のラベルがつき, エディタは推薦文を書く
 - 無名の雑誌に良い成果を投稿するモチベーションがあるか?
 - 採択されたバージョンを伝統的な雑誌に投稿することも可能 (PCI friendly journals, Ecology letters, Ecology and Evolution等)

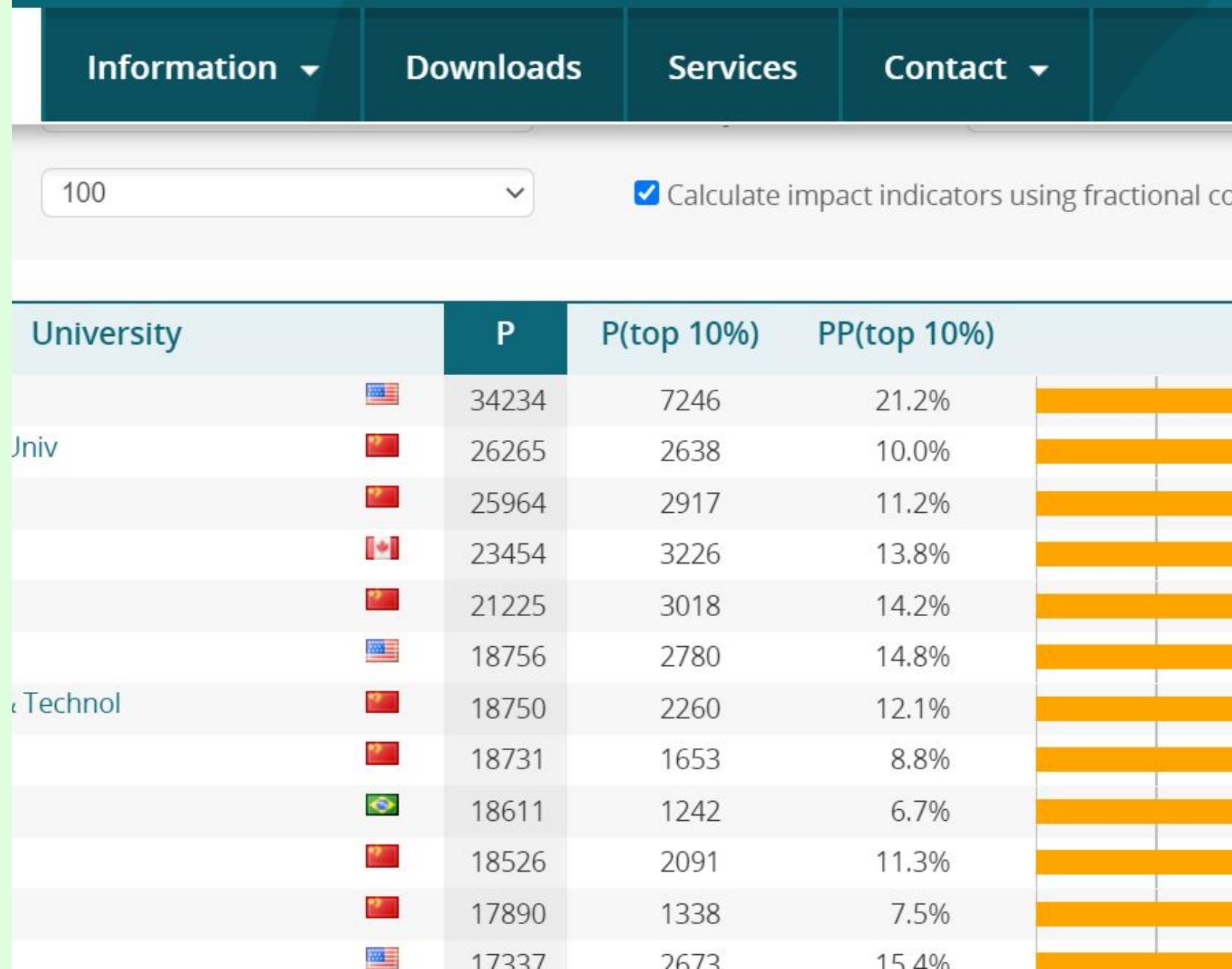
Box 2: Brand name cooperative diamond open access (CDOA)

- 論文投稿をしたい研究者はサーバーへのログイン許可を申請
- handing editorが著者の専門性についてOKを出したら、著者はどんな分野の論文を査読したいかを選択できる
- 著者は査読をして査読ポイントをゲット（0-1, 査読の質に応じて），査読にかかった時間も記録される
- 良い査読を何回かした人はhanding editorになれる（editorも論文1件につき1ポイントもらえる）
- 4ポイントたまると論文を投稿して査読したり編集してもらえるようになる

まずはブランド力があるESAなどがスタートさせるべき。 営利目的の出版社にお金を払うより、こういうサーバー運営にお金を払うべき。

Science metrics

発見は科学者のモチベーションを高めるが、
発見が評価されることも重要である



科学的な成功の度合いを示す様々な指標が提供されている

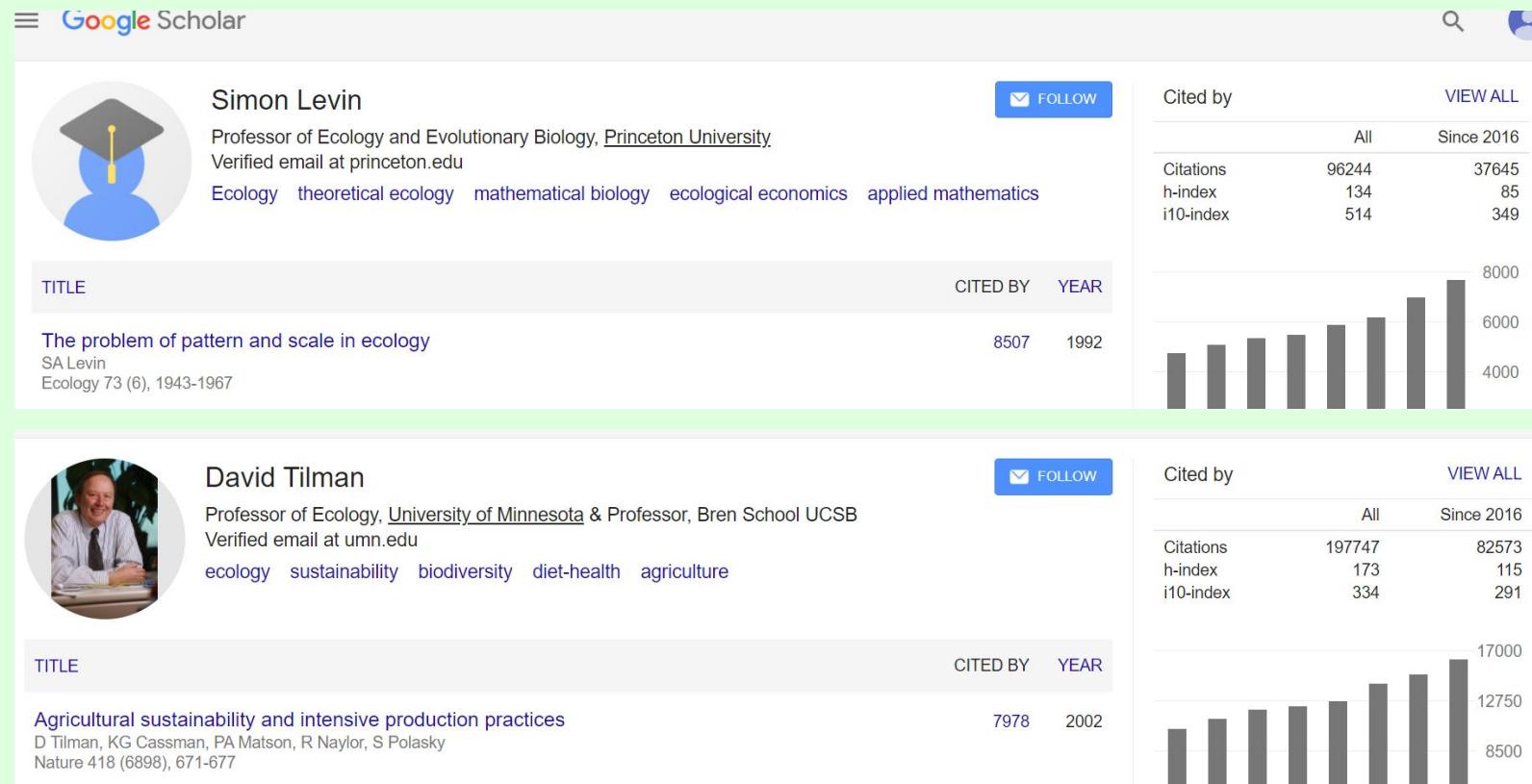
- 本来なら個人の業績については丁寧な審査が必要だが、お手軽な指標というのもいろいろある（論文数、育てた学生数、職場での成功、政策への影響度合い）
- 多くのonline citation informationが利用可能
 - 個人業績： [Publish or perish](#)
 - 研究機関の業績： National Environmental Research Council
 - 大学： US National Research Council, [Leiden Ranking](#)

→ 端的なランキングはわかりやすい分、欠点もいろいろあるが、組織や自分の位置づけを確認して省みるためにも重要

どういう成果に対して科学者にrewardを与えるか？によって科学者の研究姿勢が変わる

- 単純な論文数重視 \rightarrow ろくでもない論文の量産
- h -index ; N 回引用されている論文が N 本ある (論文の質と利用度の両方を考慮)
 - self-citationを含む, 原著論文より総説に高い点数をつける, 1st or 2nd以降の著者の区別をつけていないという欠点も
 - 分野による h -indexの違い (論文あたりの平均著者数に依存)
 - 改良案 : Box 3, 4

h-indexの例



h-indexの例

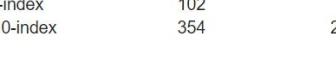


Ray Hilborn
Professor, [University of Washington](#) School of Aquatic and Fishery Sciences
Verified email at uw.edu
fisheries population dynamics ecosystem modelling Conservation ecology

[FOLLOW](#)

Cited by		VIEW ALL
	All	Since 2016
Citations	60179	20637
h-index	102	66
i10-index	354	245

TITLE	CITED BY	YEAR
Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics, and uncertainty. R Hilborn, CJ Walters <i>Reviews in Fish Biology and Fisheries</i> 2 177–178	7164 *	1992





Daniel Pauly
Sea Around Us, University Killam Professor, [University of British Columbia](#)
Verified email at oceans.ubc.ca - [Homepage](#)
Fisheries marine ecosystems conservation biology

[FOLLOW](#)

TITLE	CITED BY	YEAR
FishBase. world wide web electronic publication R Froese, D Pauly http://www.fishbase.org	14858 *	2000

Cited by [VIEW ALL](#)

	All	Since 2016
Citations	121798	50831
h-index	145	102
i10-index	678	437





James T. Thorson
Alaska Fisheries Science Center
Verified email at noaa.gov - [Homepage](#)
[meta-analysis](#) [spatio-temporal models](#) [life history theory](#) [statistical ecology](#)

[FOLLOW](#)

Cited by	All	Since 2016
Citations	6353	5542
h-index	44	40
i10-index	125	120

TITLE

TITLE	CITED BY	YEAR
A Bayesian approach for estimating length-weight relationships in fishes R Froese, JT Thorson, RB Reyes Jr Journal of Applied Ichthyology 30 (1), 78-85	407	2014

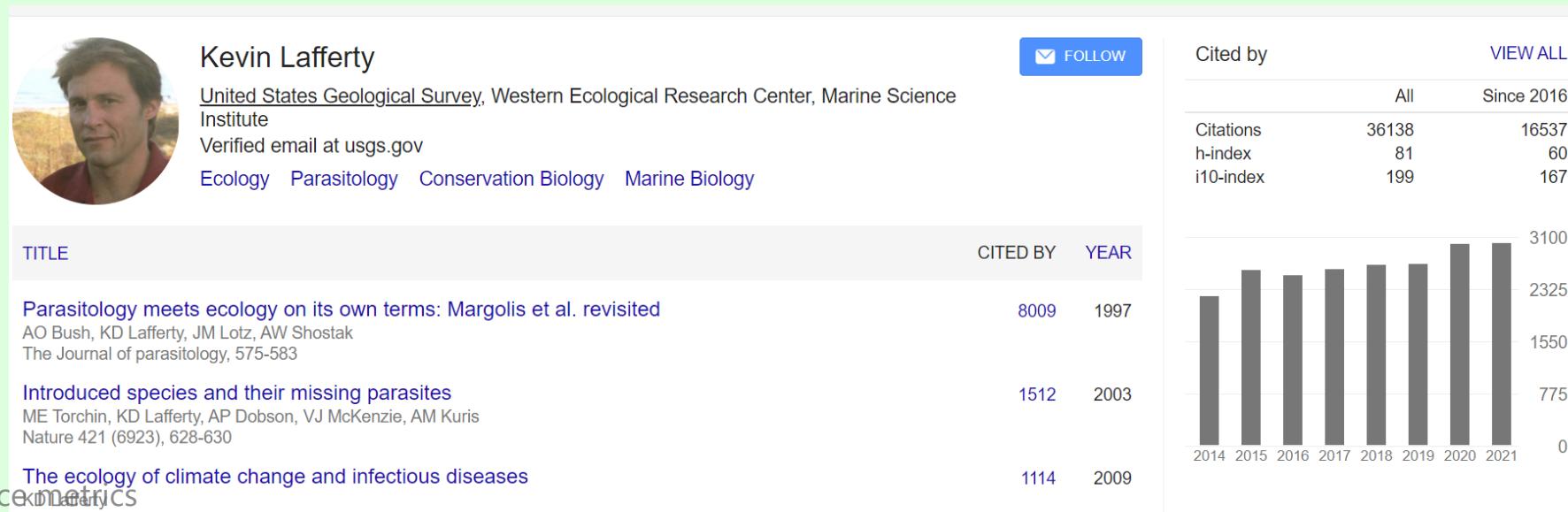


Box 3: individual metrics

- 本来なら個々の著者の論文に対する貢献度を示すような形にするのが良い。または、1st authorのみ業績としてカウントすべきという考え方
- Schreiber's multiauthored h-index (citation数を著者数で割る)
- 私の提案する方法： N (著者数) > 1の場合、1st authorが $1/2$ 、残りをその他の著者が分けあう
 - 単純で良い。将来的には割り振りを自己申告するような形にもっていける

Box 4: 投資に対するリターンはどのくらい？

- WoSでの自分の論文数 (~190) , 被引用回数 (~17,000) , h-index (59) を全てカウントしてみて、今まで著者らの研究グループが受けた研究資金 (1.5億円) に対する利益率を計算
- PIE: 0.001 (WoS citationあたり\$823(10万円))
- 特に自分が貢献した分 (被引用回数 6,000, 個人のh-index 37, 資金のシェア分 300万円) だけに限るとPIE: 0.002(WoS citationあたり5万円)
- 総説分を抜くとPIE: 0.0015(WoS citationあたり7.5万円)



大部分の指標は、科学者が本当に重要な発見のためにお金を使ったか？を評価するものではない

- 組織が研究者が得た競争的資金のoverheadをとって、組織が研究者にそのrewardを与える仕組みの場合、論文を書くよりも申請書を多く書く研究者が有利に
 - 2016年のUS, 720億円の投資に対して409,000本の論文 → 1論文あたり2000万円弱かかる計算
 - かといって多くの資金を得たグループのインパクトは特に大きいわけではない(moderate)
 - 個人に、研究前でなく研究後にfundを与えたりするような仕組みが必要では？

投資に対するリターンを見える化する

- PIE index (publication impact efficiency); 研究費1ドルあたりの被引用回数
- h-index-to-doller ratio; 研究費1ドルあたりの1 *h*-index
- (但し総説は除いたほうが良い)
- このような指標を普及することで、無駄に巨額なプロジェクトのための申請書よりも論文を書くことにeffortがシフトし、研究の利益率も上がっていくだろう

Conclusions

- パトロン，大学からの資金，納税者からのファンドをもとにした競争的資金，という形で科学のビジネスモデルは変化してきた
- 納税者の望むこと（税金が素晴らしい研究のために適切に使われてほしい）が叶えられるためには，科学者への助成，論文の出版方法，科学者へのrewardの方法を変えていく必要がある
- ここでは北アメリカの生態学者を中心に紹介したが，他の地域や分野でも同様（特にヨーロッパ）である
- 現在のビジネスモデルに所属している人（出版社，研究資金団体）には難しいが，生態学者自身が新しいビジネスモデルを作り上げていくことで新しいモデルを構築することで，この本で示された難問を解決していくこともできるようになるだろう