

論文レビューのやり方紹介

アカデミックライティングから学ぶ論文の読み方

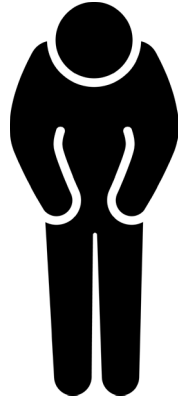
塩尻大也

千葉大学・国際高等研究基幹

2025年7月18日 @Entire MTG



なぜレビューの話を僕がするのか



実はこれまで...
レビューはあまり力を入れては行ってきませんでした。

進捗を出すために、悠長にレビューなんかしてられない！

しかし、自身の研究 (雨量計補間) がまとまりつつあったので、
今さらながらレビューしてると...

まだ比較すべき手法が残っていた...



なぜレビューの話を僕がするのか



関連論文を30本以上レビューしてみよう！

関連分野の全体像が見えてきた！
あれ、こんなアプローチも面白いかも...



あらかじめレビューを綿密にしておけば
もっと効率的に実験デザインができたのでは？

なぜレビューが必要なのか

僕の主観に依らない説明をご紹介します

<https://books.kobunsha.com/book/b10125593.html>



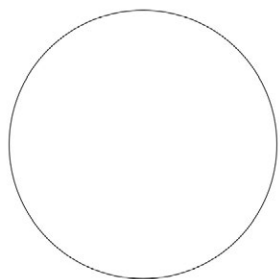
「人類の知識の総量をちょっとだけ拡大する仕事」



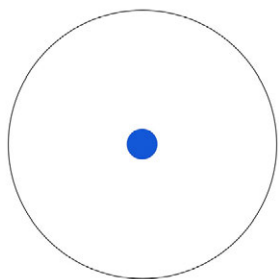
どこに集約? = 研究論文

- 論文: 人類の知識の限界の**どこを拡大したか**を明示する必要
- 人類の知識の限界の明示 = レビュー
レビューなしでは、研究論文としての意義をなさない

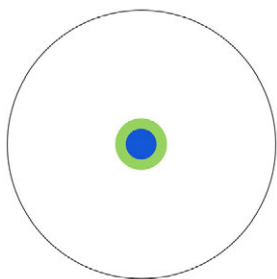
The illustrated guide to a Ph.D. by Matt Might



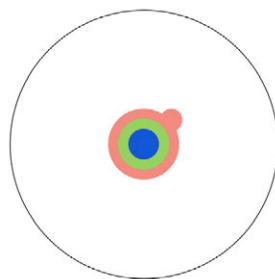
人類の知識の総量



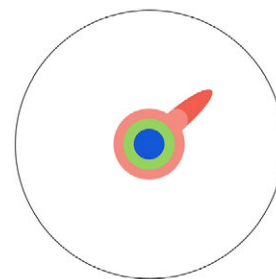
小学校で得る知識



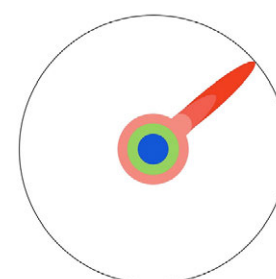
高校で得る知識



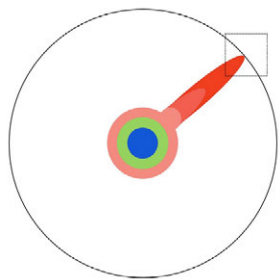
大学学部で専門知識



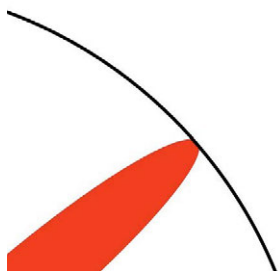
修士で専門性の深化



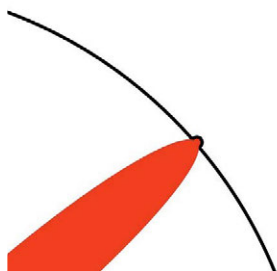
論文を読むうちに人類
の全知識の端に到達



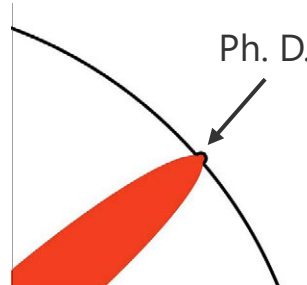
拡大すると...



数年かけて全知識
の境界を押す



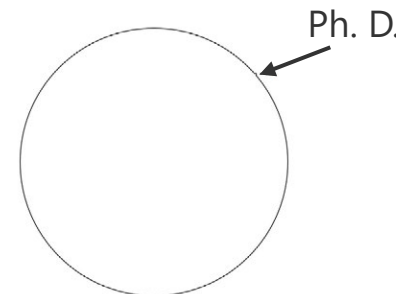
いずれ境界を突き破る



これが博士号

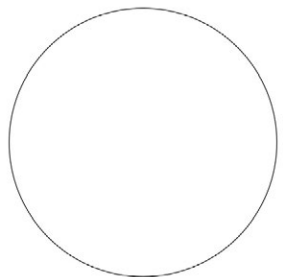


世界の見え方は
変わるはず

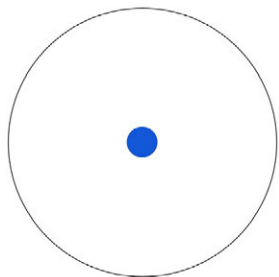


全体を忘れず境界を
押し続けよう

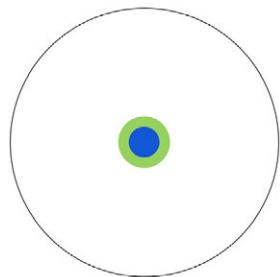
The illustrated guide to a Ph.D. by Matt Might



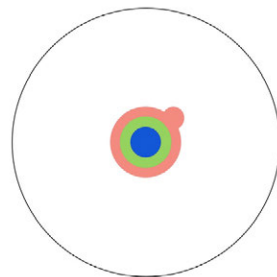
人類の知識の総量



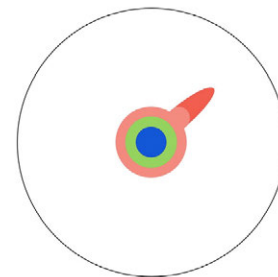
小学校で得る知識



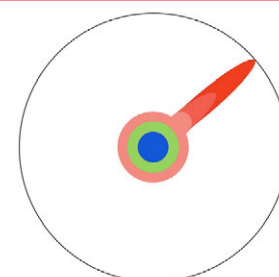
高校で得る知識



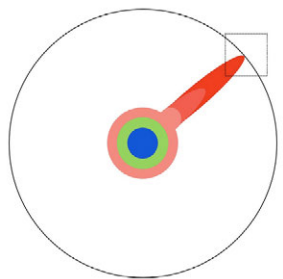
大学学部で専門知識



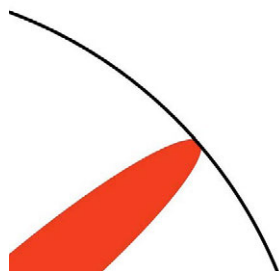
修士で専門性の深化



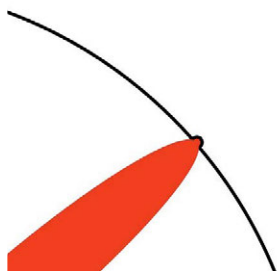
論文を読むうちに人類の全知識の端に到達



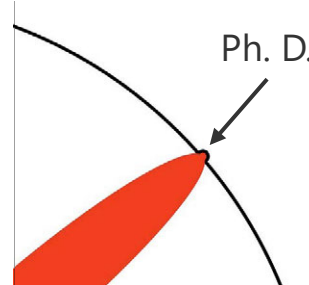
拡大すると...



数年かけて全知識の境界を押し



いずれ境界を突き破る



これが博士号



世界の見え方は変わるはず

全体を忘れず境界を押し続けよう

なぜレビューが必要か: まとめ

- そもそも

研究 = 「人類の知識の総量をちょっとだけ拡大する仕事」

なので、人類の知識の総量の把握・その論文での明示はマスト

- レビューすれば、世界の見え方が変わる

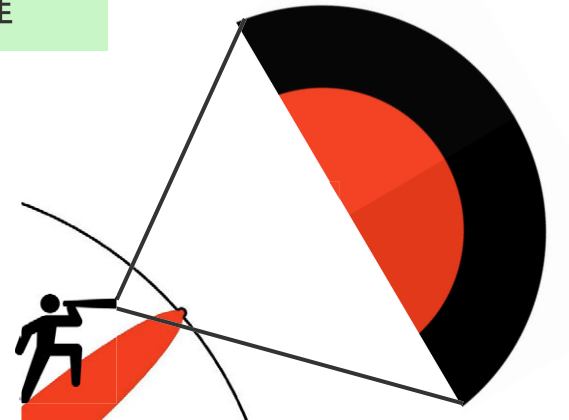
レビューなし

= 森の中をさまよい歩くようなもの
= 先が見通せない

でもレビューをしっかりとすると...?

= 森の中でも背後に道が見える
= 進むべき方向 (の可能性) が明確

たくさんレビューするのが大事



たくさんの論文を効率よくレビューするには

アカデミックライティングについて知りましょう
「書けないやつは読めてもいない」

<https://books.kobunsha.com/book/b10125593.html>



アカデミックライティングのエッセンス

小槻補足: 一般的な理系論文では、「Research Hypothesis (研究の仮説)」をアーギュメントと読み替えると良い

- 1本の論文につき1つの**アーギュメント**
 - **アーギュメント**: 論文の核となる主張内容を1文で表した、論証が必要な主張
- 本文はアーギュメントの証明のためにある
- 本文には基本的に決まったルールがある (**パラグラフ・ライティング**)
- 長い論文でも、パラグラフの数は20や30
- パラグラフ・ライティング
 - 1つのパラグラフにつき1つの**トピック**
 - パラグラフは**冒頭のトピック・センテンス**とそれを支えるサポート・センテンスからなる (**ワンパラグラフ・ワントピックの法則**)
- 論文の引用本数の目安
 - 日本語では400字につき1本
 - 英語300語ごとに1本
 - 最低25本として、30 ~ 40本読めばいい

Abstract

- 論文のすべてが簡潔にまとめられる (当然、アーギュメントも)

Introduction

- 論文の価値はイントロがすべて
 - イントロは読者にその論文の価値を売り込むもの。
 - そのために様々な参考研究を引用して、当該分野の人間の知識の限界を明示
- アーギュメントは、様々な背景を踏まえたうえで、アブストより詳細に記述

Conclusion

- アーギュメントの一步先が記述
- 研究の発展性とかにまで言及

残りのパートは、アーギュメントの証明のため

論文で 1 番大事なアーギュメントは
各論文につき 1 つだけ



アーギュメントさえ見つけられれば、最低限のレビューはOK

何より重要なのは、網羅的なレビュー
極論、アブストだけ読むのでも十分！

重要な論文なら？

基本の読み方

- Abstract → Introduction (→ Conclusion) の順で読む
 - イントロを読む際に注意すべき点
 - 特に最後のパラグラフにアーギュメントが記載されていることが多い
 - 引用文献が記載されている文章を確実に追う
 - ➔ 引用を挙げてはじめて、その論文の立ち位置・新規性を示すことができるから
 - ➔ 引用のついている個所は、その論文のロジック展開に重要なパート

全体の内容把握が必要なら

- ワンパラグラフ・ワントピックの法則を利用
 - トピックセンテンスを順番に見つけていけば、論文の全体像が把握可能
 - パラグラフ単位なら、ChatGPT でも精度よく要約してくれる
 - なにせトピックセンテンスは一つしかないので

経験則・感想：重要な論文とは？

- ほとんどの研究は、新しい手法を取り入れた研究
 - 「新手法 vs. 従来手法」の構成
 - アブストを読めば、アーギュメントは一目瞭然
- 通して読まなくても (基本的に) 大丈夫
- 社会的メッセージも持つ論文 (特に Nature や Science)
 - 基本的に、多くの先行研究を踏まえ、従来の限界を明示している
 - アブストだけでは、背景の全容は読み取れず、アーギュメントの把握が難しい
 - イントロまでしっかり読めば、その研究の新規性・面白さがはっきりわかる
- イントロまで読む or ワンパラグラフ・ワントピックの法則を活かして、全体的内容把握をすることが多いように感じます。

読んだ論文のアーギュメント等は簡潔にまとめましょう

一覧 / プロジェクトDB / Gauge interpolation 6月25日 編集 S 共有

First author	#	Year	Target	Temporal re...	Method	Note	URL
Cher  		2008	☒ global precipitation (0.5 deg) ← CPC gauges	daily	IDW OI	than the precipitation totals. OI performs the best. OI performs stably over regions covered by fewer gauges.	agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2007JD009132
Chen 		2017	☒ Precipitation in Fuhe river basin	hourly daily annual	IDW Linear Regression	Validated using a hydrological model	mdpi.com/2077-1418/5/342
Garcia 		2008	☐ preipitation in the southwest US ← dense gauges	event	IDW multiquadratic	IDW is inferior to MQB.	agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2007JD005788
★ Haberlandt		2007	☒ large-scale extreme rainfall event ← gauge + radar	hourly	KED Nearest Neighbor IDW OK	KED performed the best. The impact of the semivariogram is not so high.	sciencedirect.com/sci...3Dihub
Hatono 		2022	☒ Japan, 1km ← gauge	hourly	IDW ADW	Historical data	nature.com/art...1548-3
Hu 		2019	☐ review		IDW OI OK KED UK CK	Integrating multiple datasets improves thew performance, while the improvement is limited with dense rain gauge network.	mdpi.com/2077-1418/3/579
Hwang 		2020	☒ areal mean of short duration rainfall in small catchments ← gauge + radar	10 min	Thiessen IDW multiquadratic OK	IDW tends to underestimate. OK or MQI are more suitable.	sciencedirect.com/sci...305448

読んだ論文のアーギュメント等は簡潔にまとめましょう

例えば「AI x 気象」に関するレビューをするなら

- モデル (CNN, U-Net, DDPM, ...)
- ターゲット (降水量, 気温, 気圧, ...)
- タスク (ダウンスケーリング, 予測, ...)
- 対象地域 (日本, 全球, ...)
- 時空間解像度
- 一言ポイント

のような情報を一覧にしてまとめるとよいのでは？

どうやって論文を探す？

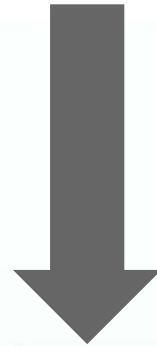
論文の検索ツール

- ドンピシャの論文を探す
 - Consensus: <https://consensus.app>
 - Elicit: <https://elicit.com/>
- 関連論文を探す
 - Connected papers: <https://www.connectedpapers.com/>
 - 引用数に応じて円の大きさが変わるので、分野にとっての重要論文が視覚的に分かりやすい
- 取りこぼした論文探し
 - Google scholar: <https://scholar.google.com/?hl=ja>
 - デフォルトでは引用数の多い重要な論文から順にサジェストしてくれる
 - Scite: <https://scite.ai/> (まだ使ったことはないけれども)

Consensus で論文検索



質問は英語で



質問

雨量計の観測値から、全球の降水量の空間分布を推定する手法を教えてください。



Research starts here

Please tell me how to estimate the spatial distribution of global precipitation from rain gauge observations.

Pro

Filter



Ask a research question

Draft an outline

Create a table

Try the Consensus Meter

Thread link:

https://consensus.app/search/please-tell-me-how-to-estimate-the-spatial-distrib/KhtNQiDcSLSwk6EqIDG3zQ/?utm_source=share&utm_medium=clipboard

Consensus による検索結果 その1



Please tell me how to estimate the spatial distribution of global precipitation from rain gauge observations.

Pro · 1 search · 20 sources

Estimating the spatial distribution of global precipitation from rain gauge observations is a complex task due to the sparse and uneven distribution of gauges worldwide. Recent research has developed several advanced methods to address these challenges.

Key Methods

Data Assimilation and Interpolation

- The Local Ensemble Transform Kalman Filter (LETKF) can interpolate global precipitation fields by combining rain gauge observations with reanalysis data (e.g., ERA5). This approach constructs a physically consistent first guess and error covariance using climatological ensembles, leading to improved estimates, especially in mountainous or gauge-sparse regions [1](#).
- Spherically based interpolation procedures, such as those correcting for gauge-induced biases (wind, wetting, evaporation), can be used to grid corrected monthly precipitation observations onto a regular latitude-longitude grid [7](#).

Merging Multiple Data Sources

- Weighted ensemble approaches, like the Multi-Source Weighted-Ensemble Precipitation (MSWEP), optimally merge gauge data with satellite and reanalysis products. This method applies distributional bias corrections and incorporates river discharge data to further refine spatial patterns, resulting in high-resolution, globally consistent precipitation fields [2](#).
- The generalized three-cornered hat (TCH) method evaluates uncertainties across multiple precipitation datasets and merges them using a weighting scheme based on inverse error variance-covariance, producing a new dataset with reduced random errors [3](#).

Geostatistical and Regression Techniques

- Geostatistical methods such as ordinary kriging and cokriging (incorporating auxiliary variables like satellite-derived soil moisture) can improve spatial interpolation of precipitation, especially when gauge networks are sparse [11](#).
- Geographically weighted ridge regression (GWRR) merges gauge data with multiple satellite-based products, enhancing spatial resolution and accuracy over using a single data source [6](#).

Considerations for Gauge Network Design

- The density and spatial distribution of rain gauges significantly affect interpolation accuracy. Denser and well-distributed networks yield lower estimation errors, particularly in regions with complex topography or high precipitation variability [10](#) [16](#) [14](#).
- Over oceans and remote areas, the lack of gauges necessitates greater reliance on satellite and reanalysis data, with gauge data primarily used for calibration and validation.

↓ Results

Summary Table: Methods for Estimating Global Precipitation Distribution

Method/Approach	Key Features	Citations
LETKF with Reanalysis	Data assimilation, error covariance from reanalysis	1
MSWEP Weighted Ensemble	Merges gauges, satellites, reanalysis, bias corrections	2
Generalized TCH Merging	Uncertainty-based weighted merging of datasets	3
Spherical Interpolation	Bias-corrected, gridded gauge data	7
Kriging/Cokriging	Geostatistics, auxiliary satellite data	11
GWRR Fusion	Combines gauges with multiple satellite products	6

Conclusion

Estimating global precipitation distribution from rain gauge observations is best achieved by merging gauge data with satellite and reanalysis products using advanced statistical and data assimilation techniques. The accuracy of these estimates depends on the density and distribution of gauges, the quality of auxiliary data, and the chosen interpolation or merging methodology.

Consensus による検索結果 その2

Results



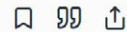
1 Estimating global precipitation fields by interpolating rain gauge observations using the local ensemble transform Kalman filter and reanalysis precipitation

The proposed method for interpolating global precipitation fields using reanalysis data and ground rain gauge observations improves estimates compared to the NOAA CPC, particularly in mountainous or rain-gauge-sparse regions.



Ask this paper

2024 · 0 citations · Yuka Muto et al. · [Hydrology and Earth System Sciences](#)



2 MSWEP V2 Global 3-Hourly 0.1° P

MSWEP V2 provides more realistic global hydrological model performance and u

Highly Cited

2018 · 699 citations · H. Beck et al. · [Bulletin](#)

3 Improving Global Monthly and Daily Sensing, and Reanalysis Data Sets

The generalized three-cornered hat (TC3H) method is used to produce a new weighted precipitation global precipitation estimation for hydro

Highly Cited

1

Estimating global precipitation fields by interpolating rain gauge observations using the local ensemble transform Kalman filter and reanalysis precipitation

The proposed method for interpolating global precipitation fields using reanalysis data and ground rain gauge observations improves estimates compared to the NOAA CPC, particularly in mountainous or rain-gauge-sparse regions.



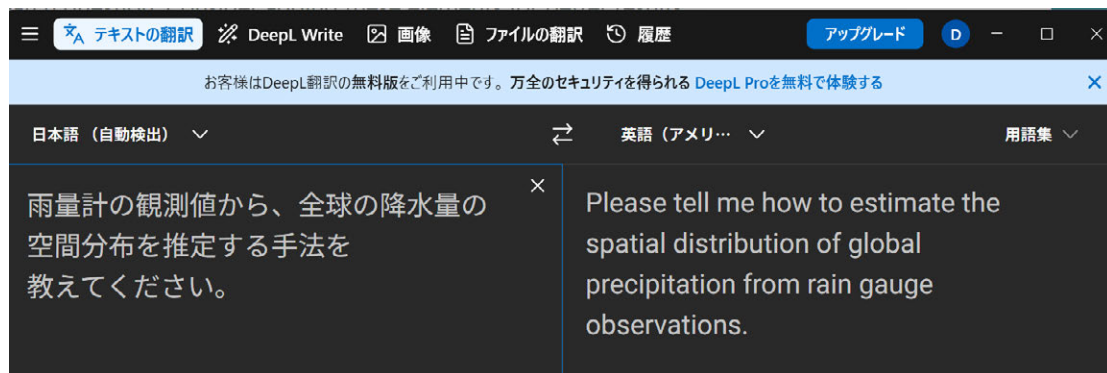
Ask this paper

2024 · 0 citations · Yuka Muto et al. · [Hydrology and Earth System Sciences](#)

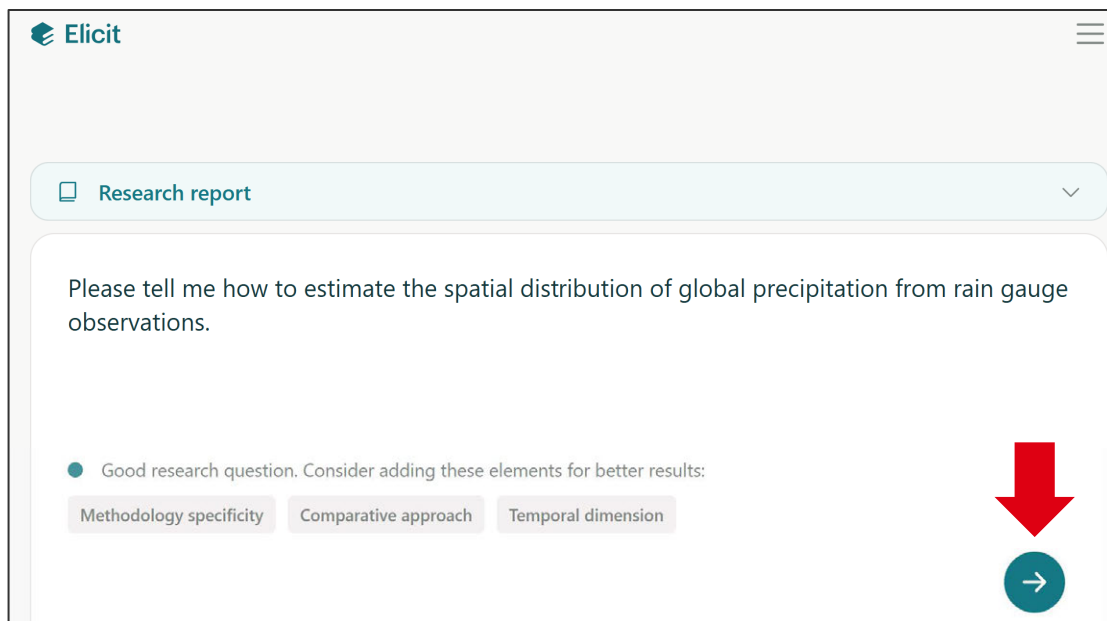


- 具体的な論文リストも出力
- 新しい論文を中心に合計20本

Elicit で論文検索する例



質問は英語で



約5分後
レポート完成

レポートのリンク

<https://elicit.com/review/44c43dd0-6fbd-46fc-bda2-c7d602b9fd5b>



Elicit で出力される研究レビューリスト



Study	Study Focus	Spatial Resolution	Methodology Type	Validation Approach	Full text retrieved
Muto et al., 2024a	Global precipitation estimation from gauges using ensemble data assimilation *	No mention found *	Ensemble data assimilation (not traditional geostatistics) *	Comparison with National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) product using independent gauges *	No (abstract only)
Muto et al., 2024b	Global precipitation estimation from gauges using Local Ensemble Transform Kalman Filter (LETKF) *	No mention found *	Local Ensemble Transform Kalman Filter (LETKF) data assimilation	Validation with independent ground-based observations *	No (abstract only)
Muto and Kotsuki, 2024	Global precipitation interpolation from gauges using LETKF and ERA5 reanalysis *	0.25° grid (implied) *	LETKF data assimilation *	Root Mean Square Deviation (RMSD), Mean Absolute Deviation (MAD), correlation vs. independent gauges (Global Precipitation Climatology Centre (GPCC), Asian Precipitation - Highly-Resolved Observational Data Integration Towards Evaluation (APHRODITE)) *	Yes (full text)
Putthividhya and Tanaka, 2012	Regional rainfall mapping and network optimization in Thailand *	No mention found *	Multivariate geostatistical algorithm (likely co-kriging) *	Comparison with linear regression *	No (abstract only)
Kottek and Rubel, 2007	Global daily precipitation fields from gauges and satellites *	1° grid *	Ordinary block kriging, bivariate co-kriging *	Kriging error, merged with Global Precipitation Climatology Project 1-Degree Daily (GPCP-1DD) *	No (abstract only)
Lee et al., 2018	Influence of gauge network on areal rainfall in South Korea *	No mention found *	Arithmetic mean, Thiessen, estimation theory *	Error comparison across network configurations *	No (abstract only)
Verdin et al., 2015	Blending satellite and gauge precipitation in Central America, Colombia, and Venezuela *	No mention found *	Bayesian kriging *	Posterior uncertainty, comparison with satellite/gauge *	No (abstract only)
Xie and Arkin, 1996	Global monthly precipitation from gauges, satellites, models *	No mention found *	Linear combination (maximum likelihood) *	Comparison with gauge observations *	No (abstract only)
Verdin et al., 2016	Blending satellite/gauge precipitation in Central America and Colombia *	No mention found *	Ordinary kriging, k-nearest neighbor polynomials *	No mention found *	No (abstract only)
Chen et al., 2002	Global monthly land precipitation from gauges *	2.5° grid *	Cressman, Barnes, Shepard, Gandin Objective Analysis (OI) (compared) *	No mention found *	No (abstract only)

武藤さんのアブスト x 2 + Muto and Kotsuki (2024)

Connected Papers で関連論文検索

- Consensus で3番目の候補の論文を起点

3

Improving Global Monthly and Daily Precipitation Estimation by Fusing Gauge Observations, Remote Sensing, and Reanalysis Data Sets

The generalized three-cornered hat (TCH) method effectively merges multiple precipitation data sets to produce a new weighted precipitation data set with reduced random errors, improving global precipitation estimation for hydrometeorological applications.



 Highly Cited

2020 · 74 citations · Lei Xu et al. ·  *Water Resources Research*





Improving Global Monthly and Daily Precipitation Estimation by Fusing Gauge Observations, Remote Sensing, and Reanal...

Prior

Origin paper

Improving Global Monthly and Daily
Precipitation Estimation by Fusing Gauge...

Lei Xu, Nengcheng Chen, H. Moradkhani, Xiang... 2020

Uncertainty analysis of eleven multisource soil
moisture products in the third pole environme...

Jin Liu, L. Chai, Jianzhi Dong, D. Zheng, J.... 2021

FROGS: a daily $1^\circ \times 1^\circ$ gridded precipitation
database of rain gauge, satellite and reanalysi...

R. Roca, L. Alexander, G. Potter, M. Bador, Rômul... 2019

Precipitation Merging Based on the Triple
Collocation Method Across Mainland China

F. Lyu, G. Tang, A. Behrangi, Tsechun Wang, X.... 2021

In-situ and triple-collocation based evaluations
of eight global root zone soil moisture products

Lei Xu, Nengcheng Chen, Xiang Zhang, H.... 2021

An instrument variable based algorithm for
estimating cross-correlated hydrological remo...

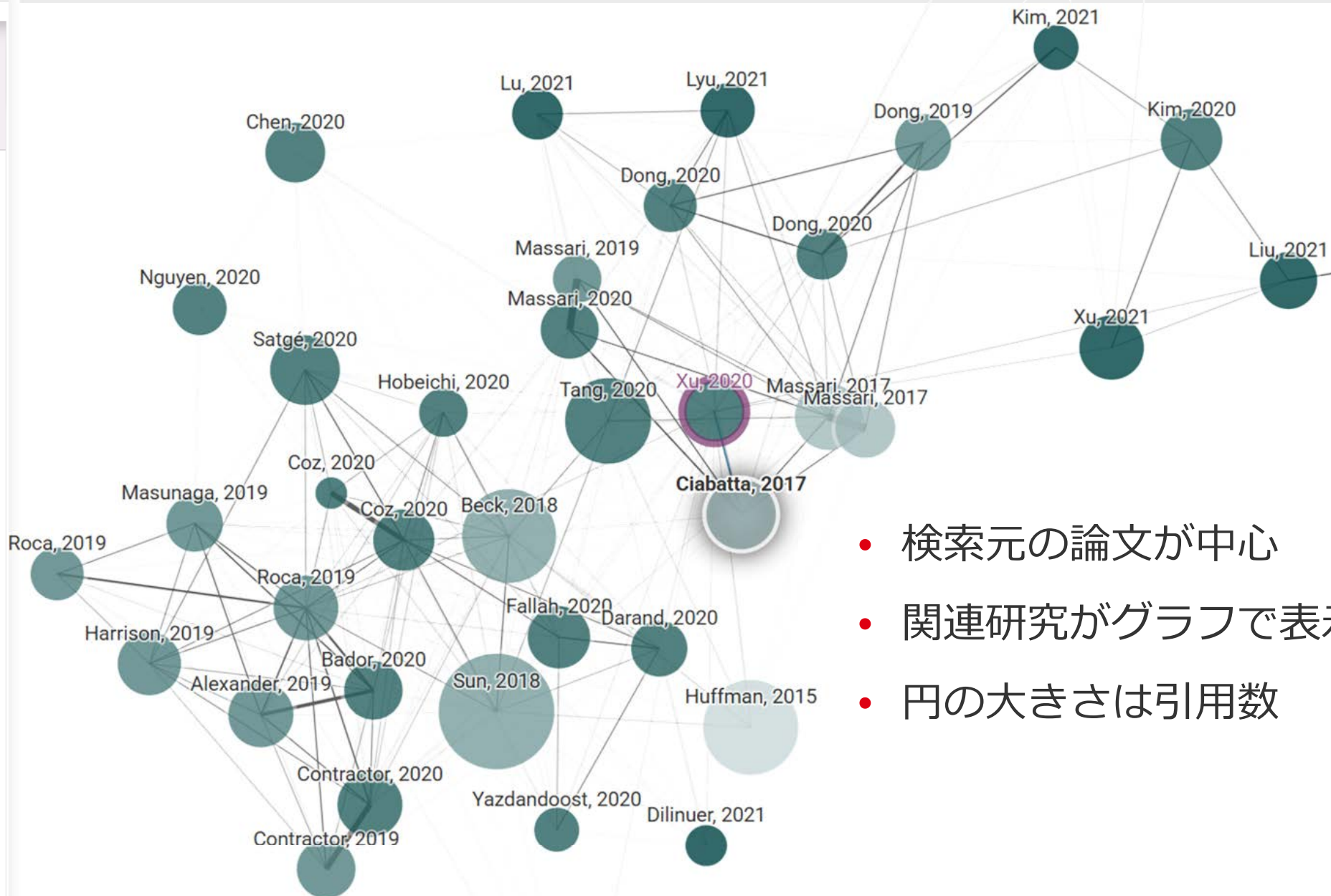
Jianzhi Dong, Lingna Wei, Xi Chen, Z. Duan, Yang...2020

Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM
(IMERG) Technical Documentation

G. Huffman, D. Bolvin, E. Nelkin 2015

Improving daily spatial precipitation estimates
by merging gauge observation with multiple...

Shilei Chen, L. Xiong, O. Ma, Jond - Suk Kim, Jie... 2020



- 検索元の論文が中心
- 関連研究がグラフで表示
- 円の大きさは引用数

**効率よく・たくさんレビューして
より充実した研究ライフを送りましょう！**

小槻の補足

塩尻くんのスライドについて

- 良くまとめられていると思います。
- 卒論の開始前、修論の開始前、博論の開始前など、折に触れ得て読み返すと、「研究」に対する理解が深まると思います。
- 新しい学部４年生が読むことも想定し、「改めて」

夏休みの自由研究 と 大学の科学研究の違い

	小学生の夏休み自由研究	大学の科学研究
目的	好奇心を育てる	社会や学問への貢献
テーマ	子供が持つ興味が対象 → 先生や親は、答えを知っている	人類にとって未知の課題 → 論文のサーベイが必須
方法の厳密さ	直感的・体験的	再現性・論理性・統計性が求められる

「衛星など高度な処理技術が必要」「GPUなど高価な道具を使う」。だから研究、なのではない！
紙と鉛筆だけでも、十分に科学研究はできる。

既往研究をきちっとサーベイししないと、大人の自由研究のような卒論・修論になってしまいます。

卒論・修論・博論に求めるレベル

- 卒業論文

- その研究テーマについて、学内・研究室で最も詳しい

この時点で、研究テーマについては先生より詳しくなっていて欲しい。
「先生が知っている」知識を学ぶ
1～3年生の勉強と大きくゲームが変わる

- 修士論文

- その研究テーマについて、国内で最も詳しい

- 博士論文

- その研究テーマについて、世界で最も詳しい