

2023.05.25 データサイエンス説明会

内科診療とAI

鍵山 暢之

順天堂大学



@KagiyamaNobu

循環器内科 / デジタルヘルス遠隔医療研究開発講座 / データサイエンスコース

医学研究もAI時代

REVIEW TOPIC OF THE WEEK

Artificial Intelligence in Precision Cardiovascular Medicine

Chayakrit Krittanawong, MD,^{1,2} Honglu Zhang, PhD,¹ Zhen Wang, PhD,^{1,2} Mehmet Aydar, PhD,^{1,2} Takeshi Kikui, MD, PhD^{1,4}

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) has been used to reduce the burden of cardiovascular disease (CVD) in various ways. In this review, we discuss the current state of AI in CVD and its potential to improve patient outcomes.

STATE-OF-THE-ART REVIEW State-of-the-Art Deep Learning in Cardiovascular Image Analysis

Geert Litjens, PhD,¹ Francesco Ciompi, PhD,² Jelmer M. Wolterink, PhD,³ Bob D. de Vos,⁴ Jonas Teuwen, PhD,⁵ and Geert Litjens, PhD,¹

ABSTRACT

Cardiovascular image analysis is a critical component of many cardiovascular imaging applications. Deep learning has emerged as a powerful tool for this task, enabling automated detection and segmentation of various cardiovascular structures.

THE PRESENT AND FUTURE JACC STATE-OF-THE-ART REVIEW Artificial Intelligence in Cardiovascular Imaging

JACC State-of-the-Art Review

THE PRESENT AND FUTURE

JACC STATE-OF-THE-ART REVIEW

Artificial Intelligence in Cardiovascular Imaging

JACC State-of-the-Art Review

CONTEMPORARY REVIEW

Artificial Intelligence: Practical Primer for Clinical Research in Cardiovascular Disease

Nobuyuki Kagiyama, MD, PhD,¹ Sirish Shrestha, MS,² Peter D. Farjo, MD,³ Partho P. Sengupta, MD, DM⁴

A

REVIEW ARTICLE

FRONTIERS IN MEDICINE

Machine Learning in Medicine

Alvin Rajkumar, M.D.,¹ Jeffrey Dean, Ph.D.,² and Isaac Kohane, M.D., Ph.D.³

AI > machine learning > deep learning

医学研究でのAI = ML = データから規則を見つけるプログラム

研究者 (所属)	定義
中島秀之 (公立はこだて未来大学)	人工的につくられた、知能をもつ実態。あるいはそれをつくろうとすることによって知能全体を研究する分野
武田英明 (国立情報学研究所)	
西田豊明 (京都大学)	「知能を持つメカ」ないしは「心を持つメカ」である
溝口理一郎 (北陸先端科学大学院)	人工的につくった知的な振る舞いをするためのもの (システム) である
長尾真 (京都大学)	人間の頭脳活動を極限までシミュレートするシステムである
堀浩一 (東京大学)	人工的に作る新しい知能の世界である
浅田稔 (大阪大学)	知能の定義が明確でないので、人工知能を明確に定義できない
松原仁 (公立はこだて未来大学)	究極には人間と区別が付かない人工的な知能のこと
池上高志 (東京大学)	自然にわれわれがペットや人に接触するような、情動と冗談に満ちた相互作用を、物理法則に関係なく、あるいは逆らって、人工的に作り出せるシステム
山口高平 (慶應義塾大学)	人の知的な振る舞いを模倣・支援・超越するための構成的システム
栗原聡 (慶應義塾大学)	人工的につくられる知能であるが、その知能のレベルは人の超えているものを想像している
山川宏 (元ドワンゴ人工知能研究所)	計算機知能のうちで、人間が直接・間接に設計する場合を人工知能と呼んで良いのではないかと思う
松尾豊 (東京大学)	人工的につくられた人間のような知能、ないしはそれをつくる技術。人間のように知的であるとは、「気づくことができる」コンピュータ、つまり、データの中から特徴量を生成し、現象をモデル化することの出来るコンピュータという意味である

(出典) 松尾豊「人工知能は人間を超えるか」(KADOKAWA) p.4

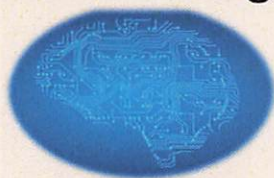
Seetharam, Kagiyama, et al. Echo Res Pract 2019 [PMID 30844756]

2021.09.03 第11回 K-LEAD
 演者 巖山幅之 (順天堂大学)

AI > machine learning > deep learning

医学研究でのAI = ML = データから規則を見つける

Artificial Intelligence 人工知能



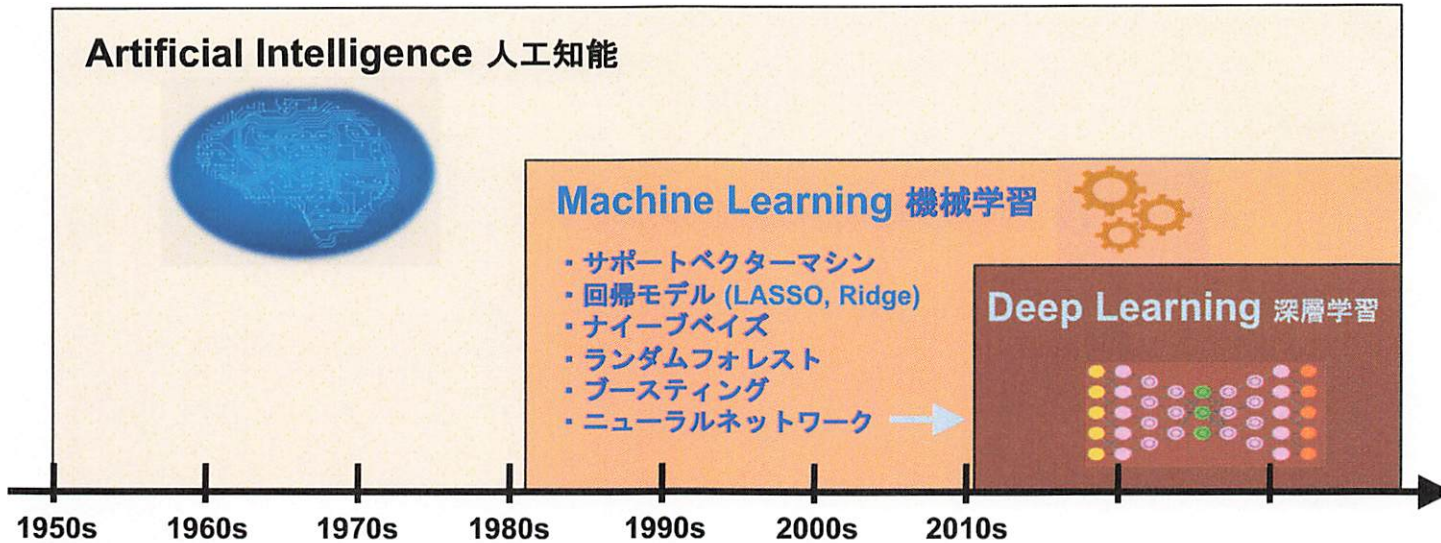
1950s 1960s

Seetharam, Kagiyama, et al. Echo Res Pract 2019 [PMID 30844756]

2021.09.03 第11回 K-LEAD
 演者 巖山幅之 (順天堂大学)

AI > machine learning > deep learning

医学研究でのAI = ML = データから規則を見つける



Seetharam, Kagiya, et al. Echo Res Pract 2019 [PMID 30844756]

2021.09.03 第11回 K-LEAD
演者 鎌山 暢之 (順天堂大学)

Deep Learningの威力

2012 ILSVRCにおける衝撃的な幕開け

Java sparrow, Java finch, ricebird, Padda ory
Small finch-like Indonesian weaverbird that frequents rice fields 30

Numbers in brackets: (the number of synsets in the subtree)

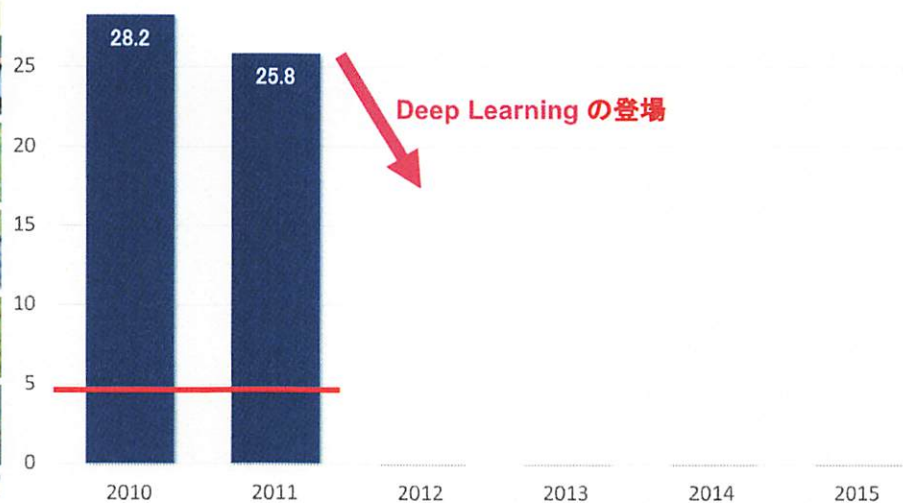
ImageNet 2011 Fall Release (32326)

- plant, flora, plant life (4486)
- geological formation, formation (1)
- natural object (1112)
- sport, athletics (176)
- artifact, artefact (10504)
- fungus (308)
- person, individual, someone, some
- animal, animate being, beast, brute
- invertebrate (765)
- homeotherm, homoiotherm, nor
- work animal (4)
- darter (0)
- survivor (0)
- range animal (0)
- creepy-crawly (0)
- domestic animal, domesticated
- molt, moult (0)
- varmint, varment (0)
- mutant (0)
- critter (0)
- game (47)
- young, offspring (45)
- poikilotherm, ectotherm (0)
- herbivore (0)
- peeper (0)
- pest (1)
- female (4)
- insectivore (0)

Treemap Visualization

Images of children's synsets are not in view

AIによる画像識別誤答率 (%)



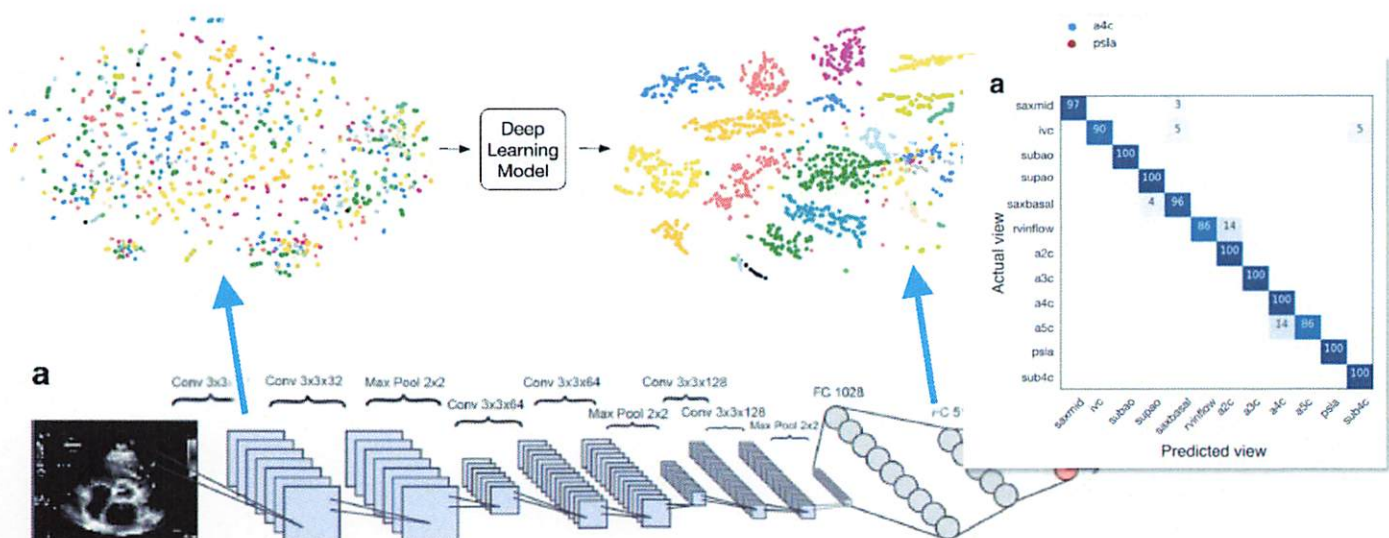
2021.09.03 第11回 K-LEAD
演者 鎌山 暢之 (順天堂大学)

AIでできること1

■ 自動化とその応用

2021.09.03 第11回 K-LEAD
演者 鎌山暢之 (順天堂大学)

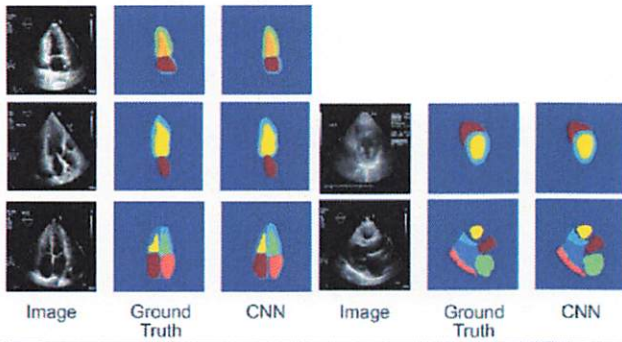
Automation of image analysis エコーの画像を見て自動的にどのviewかを判別する



画像処理がDeep Learningの本領 エコーの画像を見て自動的にどのviewかを判別する

ORIGINAL RESEARCH ARTICLE

Fully Automated Echocardiogram Interpretation in Clinical Practice Feasibility and Diagnostic Accuracy



Metric	Absolute Deviation: Automated vs Manual (% of Manual)		
	50	75	95
Left atrial volume, mL	9 (16)	16 (29)	33 (66)
Left ventricular diastolic volume, mL	16 (17)	29 (31)	56 (68)
Left ventricular systolic volume, mL	9 (26)	16 (47)	39 (108)
Left ventricular mass, g	23 (15)	42 (28)	91 (95)
Left ventricular ejection fraction	6 (10)	11 (17)	20 (40)
Global longitudinal strain	1.4 (8)	2.7 (14)	5.8 (31)
Global longitudinal strain (Johns Hopkins PKD study)	1.6 (9)	2.8 (17)	5.4 (39)

Zhang, Deo, et al. *Circulation* 2018 [PMID 20254459]

2021.09.03 第11回 K-LEAD
演者 巖山暢之 (順天堂大学)

nature

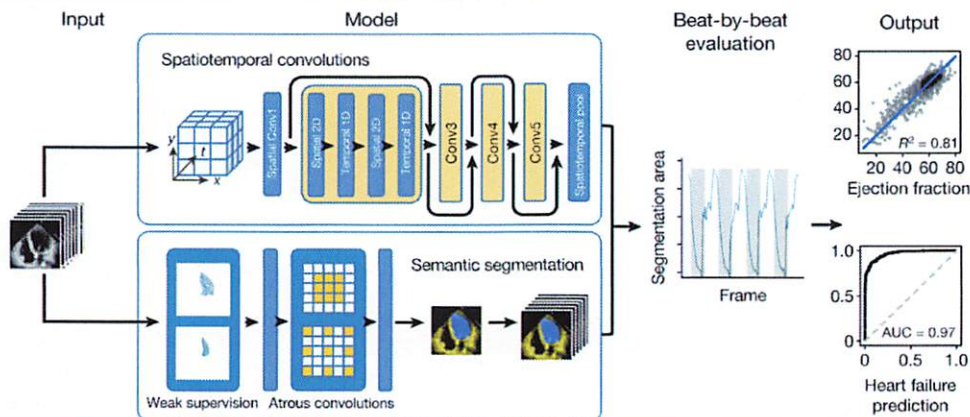
Article

Video-based AI for beat-to-beat assessment of cardiac function

<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2145-8>

Received: 11 November 2019

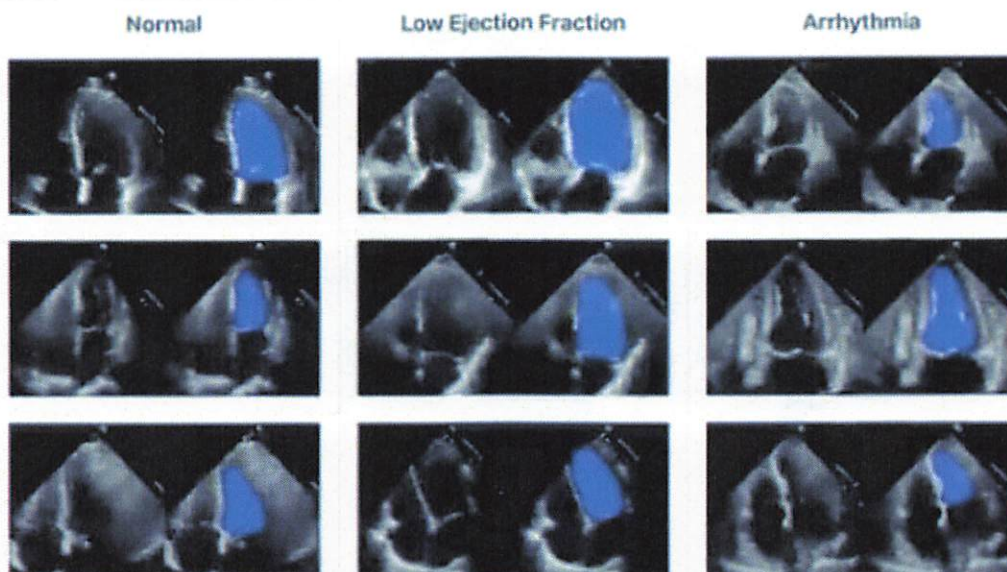
David Ouyang^{1,2*}, Bryan He², Amirata Ghorbani³, Neal Yuan⁴, Joseph Ebinger⁴, Curtis P. Langlotz^{1,5}, Paul A. Heidenreich¹, Robert A. Harrington¹, David H. Liang^{1,3}, Euan A. Ashley^{1,6,7} & James Y. Zou^{2,3,6,7,8*}



Ouyang, et al. *Nature* 2020 [PMID 32269341]

2021.09.03 第11回 K-LEAD
演者 巖山暢之 (順天堂大学)

Video-based AI for beat-to-beat assessment of cardiac function



Ouyang, et al. Nature 2020 [PMID 32269341]

2021.09.03 第11回 K-LEAD
演者 鍵山暢之 (順天堂大学)

AIでできること2

- 複雑な情報の統合

2021.09.03 第11回 K-LEAD
演者 鍵山暢之 (順天堂大学)

人間の脳は数個のパラメータしか同時に扱うことが出来ないと言われている



LVEF
E/A
e'
E/e'
GLS
LA volume
DVI
Peak Velocity
etc. etc. etc.

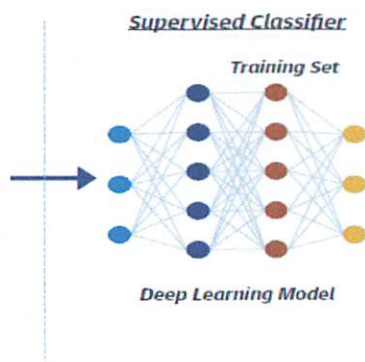


心エコーデータの解釈
パラメータが多すぎ & 複雑な相互関係。。。

2021.09.03 第11回 K-LEAD
演者 鍵山暢之 (順天堂大学)

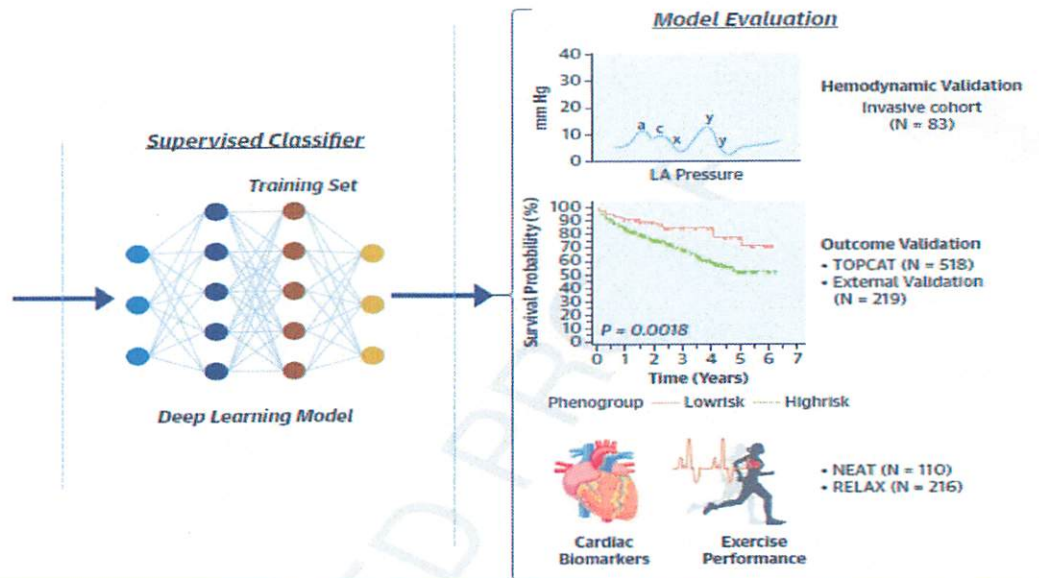
AIで拡張能を予測

- E wave velocity
- A wave velocity
- E/A ratio
- Septal e'
- E/e' ratio
- LV mass index
- TR velocity
- LVEF
- LA volume index



AIで拡張能を予測

- E wave velocity
- A wave velocity
- E/A ratio
- Septal e'
- E/e' ratio
- LV mass index
- TR velocity
- LVEF
- LA volume index



Pandey, Kagiyama, Sengupta et al. JACC Imaging 2021 [PMID: 34023263]

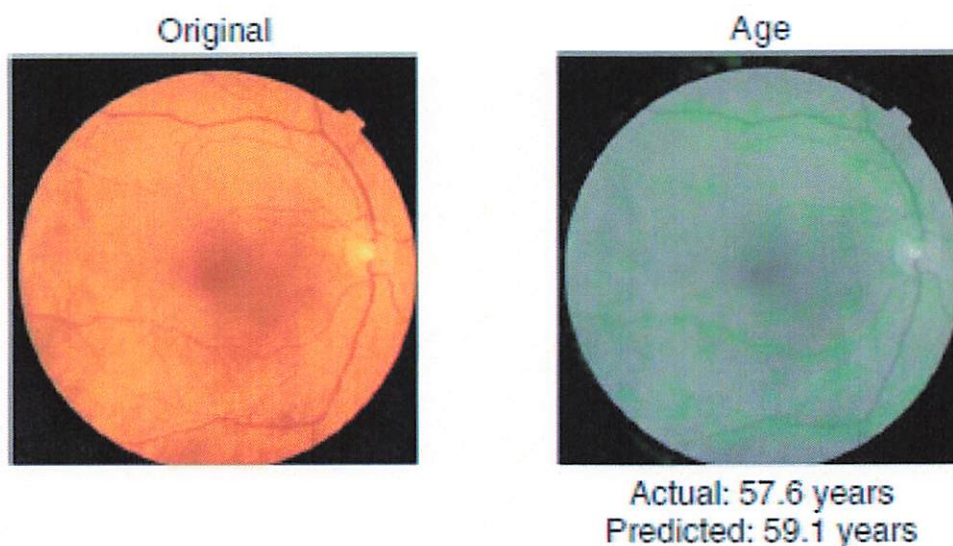
2021.09.03 第11回 K-LEAD
演者 鍵山暢之 (順天堂大学)

AIでできること3

- 信号・画像から新しい情報を得る

2021.09.03 第11回 K-LEAD
演者 鍵山暢之 (順天堂大学)

AIは人間の眼に見えないものまで見る



Nature Biomed Eng. 2018 [PMID 31015713]

2021.09.03 第11回 K-LEAD
演者 鎌山暢之 (順天堂大学)

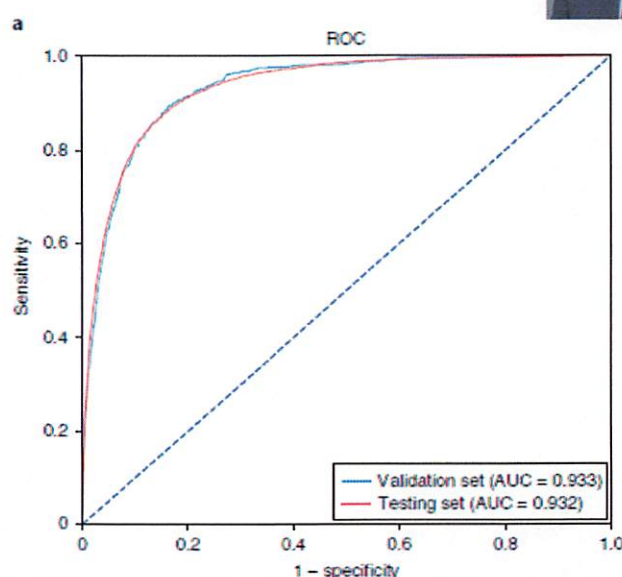
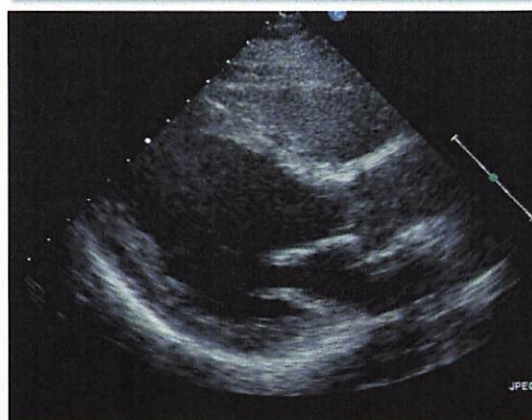
Mayo Clinic Paul Friedman Group 5万例近い心電図で学習: 左室収縮障害を検知



LETTERS | FOCUS

nature
medicine

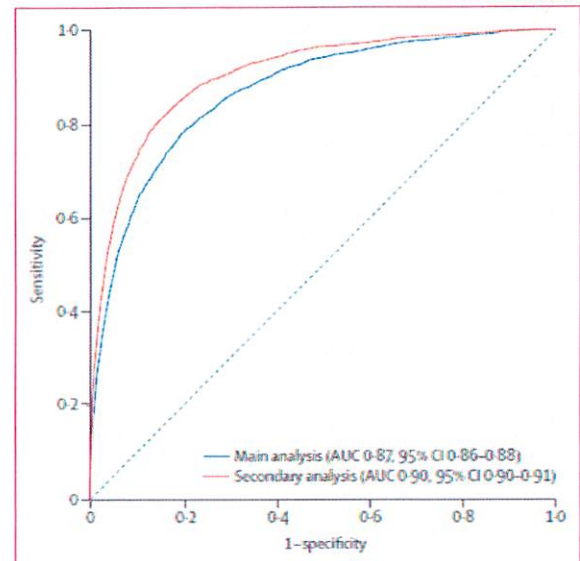
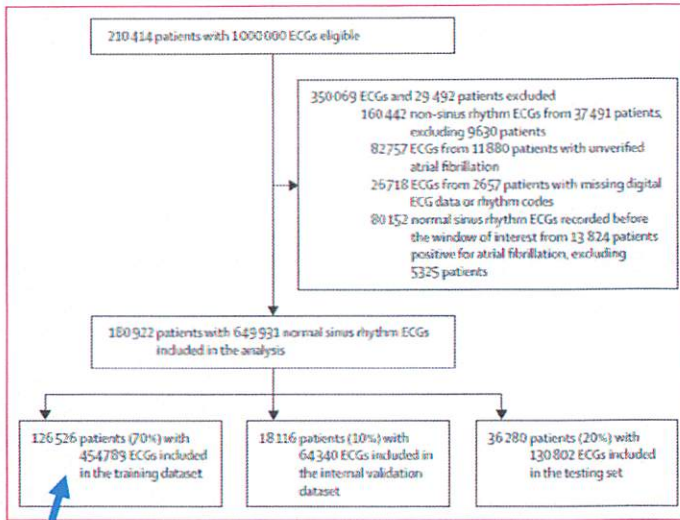
Screening for cardiac contractile dysfunction
using an artificial intelligence-enabled
electrocardiogram



Attia, Friedman, et al. Nature Medicine 2019 [PMID 30617318]

2021.09.03 第11回 K-LEAD
演者 鎌山暢之 (順天堂大学)

Mayo Clinic Paul Friedman Group 洞調律の心電図から心房細動の有無を予測



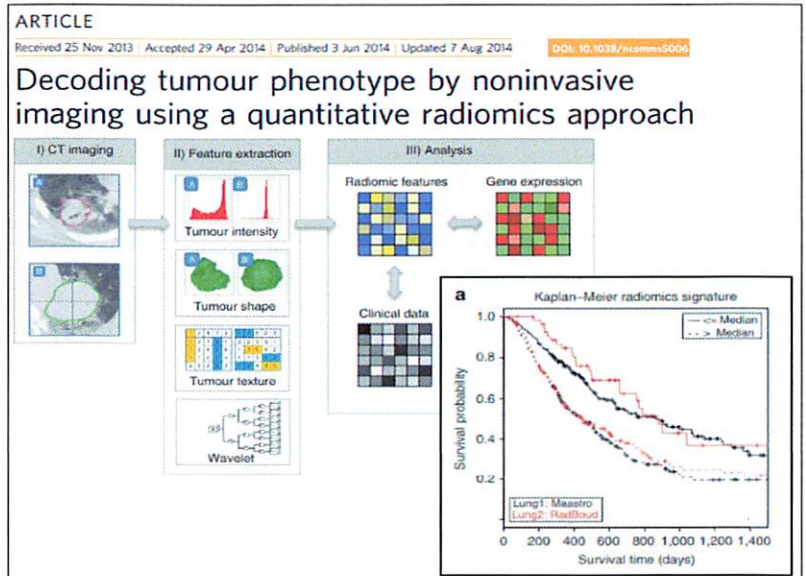
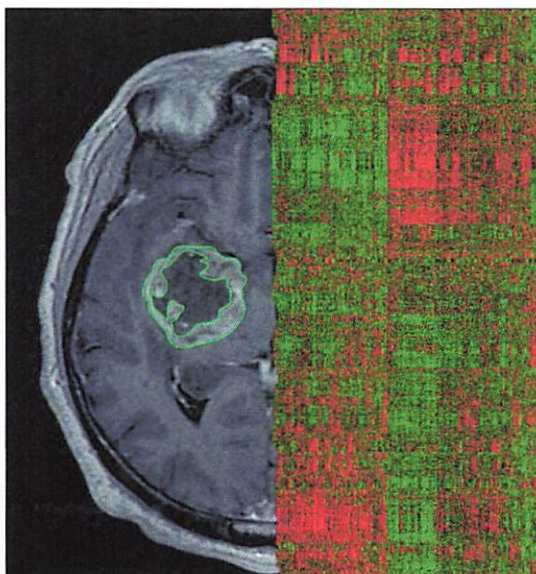
モデル作成に使われたECGの数は50万件以上！

Attia, Friedman, et al. Lancet 2019 [PMID 31378392]

2021.09.03 第11回 K-LEAD
 演者 巖山暢之 (順天堂大学)

Radiomics

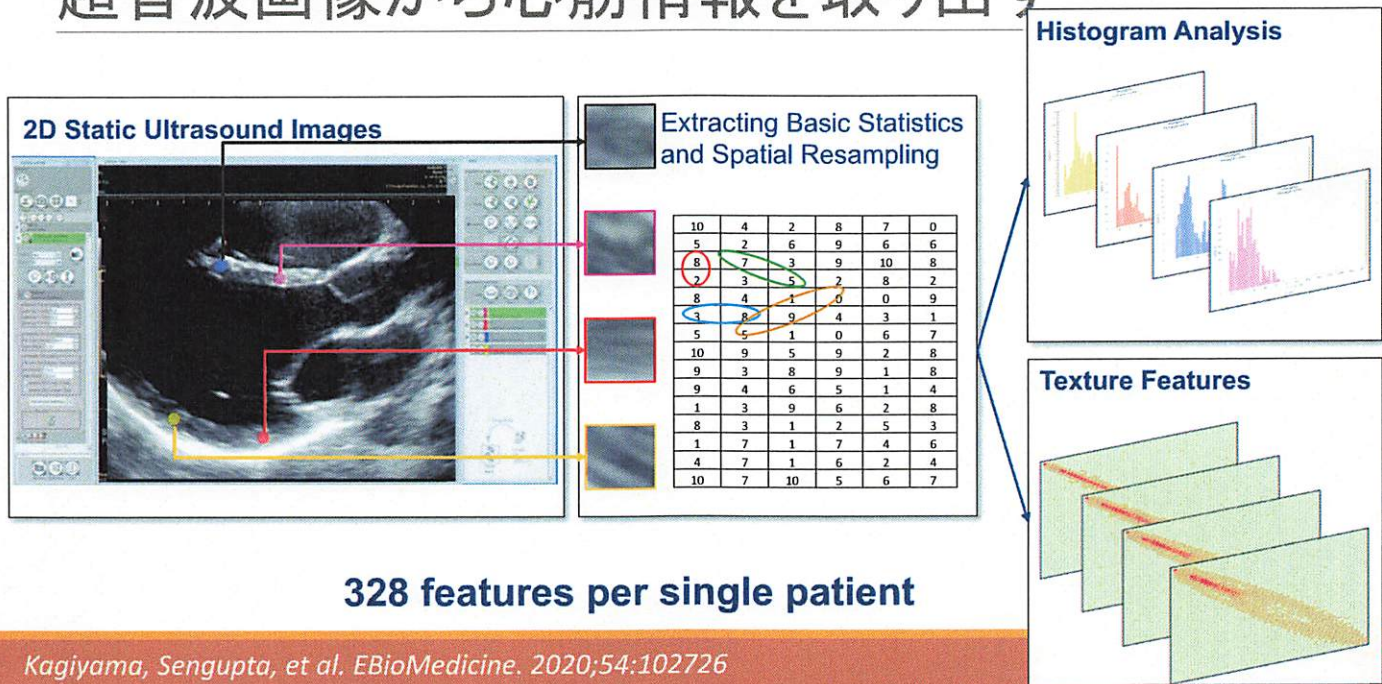
医用画像から人間が見える以上のことを取り出す



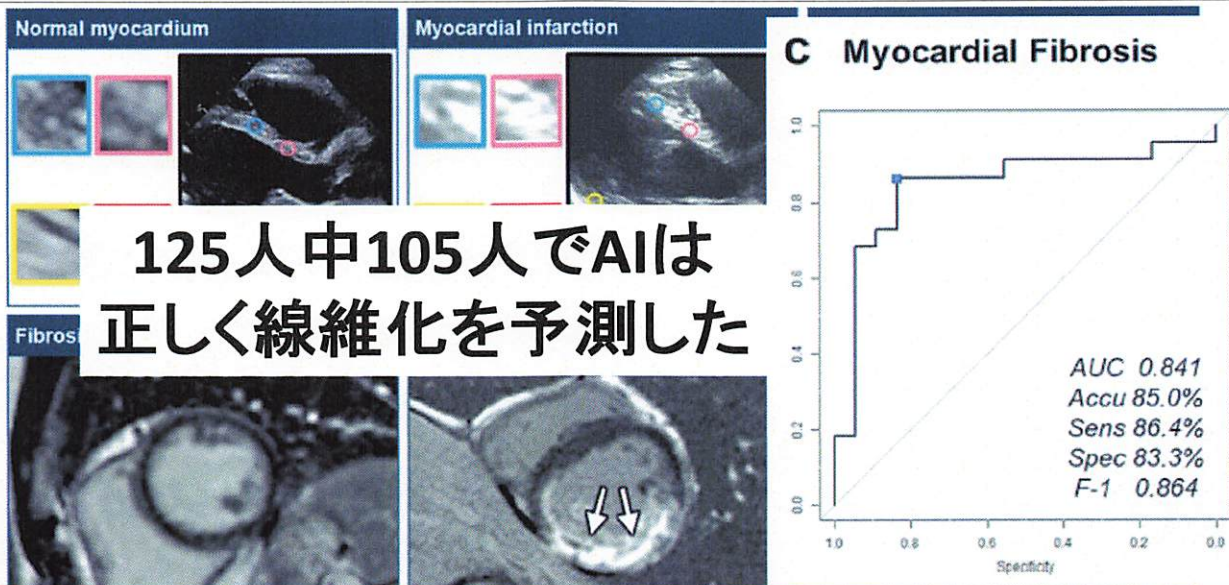
2021.09.03 第11回 K-LEAD
 演者 巖山暢之 (順天堂大学)

Radiomics feature analysis

超音波画像から心筋情報を取り出す



心筋線維化を見分ける



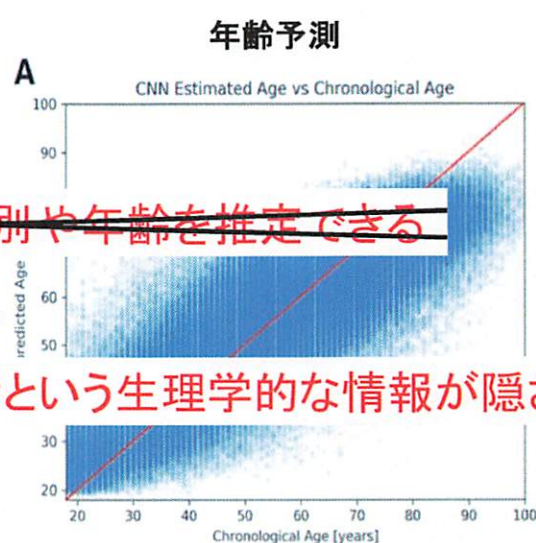
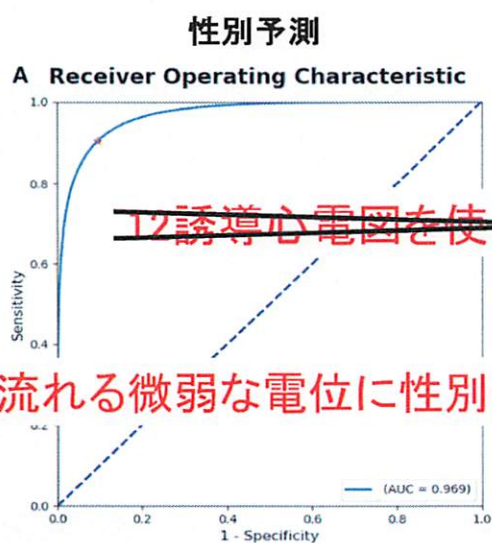
AIでできること4

■新しい医学知識を得る

2021.09.03 第11回 K-LEAD
演者 鐘山暢之 (順天堂大学)

ORIGINAL ARTICLE

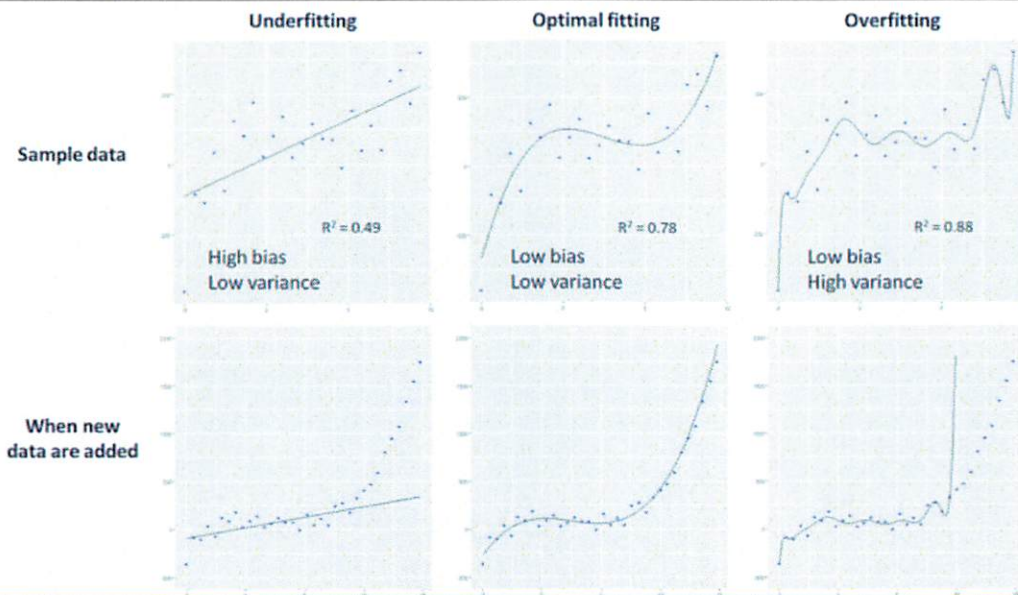
Age and Sex Estimation Using Artificial Intelligence From Standard 12-Lead ECGs



~~12誘導心電図を使って性別や年齢を推定できる~~

体表を流れる微弱な電位に性別や年齢という生理学的な情報が隠されている

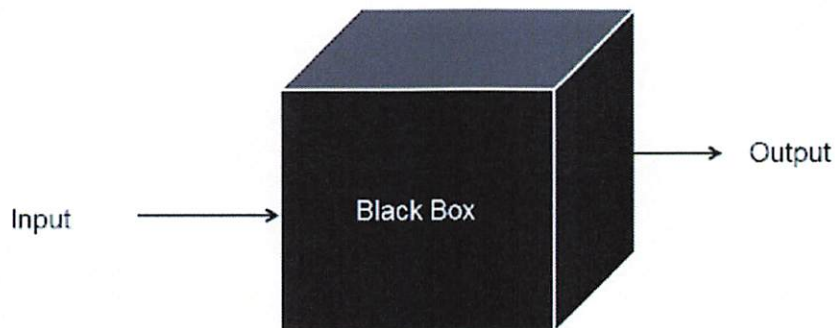
AI の技術的な問題1 Overfitting



Kagiyama, et al. JAHA 2019 [PMID 31450991]

2021.09.03 第11回 K-LEAD
演者 鎌山暢之 (順天堂大学)

AI の技術的な問題2 ブラックボックス化



Internal behavior of the code is unknown

Kagiyama, et al. JAHA 2019 [PMID 31450991]

2021.09.03 第11回 K-LEAD
演者 鎌山暢之 (順天堂大学)

AIの ethical / legal な問題

- AI は過去の人間のデータから学ぶ
 - 過去の偏見や不都合なことも学んでしまう
 - ex) 男性に有利なCVスクリーニングAI
- 変わりゆくAIに対して法規制はどうする？
- AIが起こしたmisjudgeは作り手のせい？ 使用者のせい？

2021.09.03 第11回 K-LEAD
演者 鍵山梅之 (順天堂大学)

The screenshot displays the ChatGPT interface with a dark blue background. At the top center, the text "ChatGPT" is visible. Below it, there are three columns: "Examples", "Capabilities", and "Limitations".

Examples	Capabilities	Limitations
"Explain quantum computing in simple terms" →	Remembers what user said earlier in the conversation	May occasionally generate incorrect information
"Got any creative ideas for a 10 year old's birthday?" →	Allows user to provide follow-up corrections	May occasionally produce harmful instructions or biased content
"How do I make an HTTP request in Javascript?" →	Trained to decline inappropriate requests	Limited knowledge of world and events after 2021

At the bottom of the interface, there is a text input field and a send button. Below the input field, the following text is visible: "ChatGPT - Jan 9 Version. Free Research Preview. Our goal is to make AI systems more natural and safe to interact with. Your feedback will help us improve."

9.03 第11回 K-LEAD
梅之 (順天堂大学)

Takeaways

- AI を使って、自動化、情報の統合、既存ツールのさらなる活用、新しい医学知識の発見、など、様山な面で医学が進化している。
- 一方で AI を使った医学研究には解決すべき問題もあり、実際に活用されている事例はまだ多くはない。
- LLMの登場で、さらに今後 AI 研究は加速していく。



Thank you for your attention!!

Email: kagiyaman@juntendo.ac.jp

Twitter: [@KagiyamaNobu](https://twitter.com/KagiyamaNobu)