演題: デジタル技術の進化による糖尿病診療の変革

臨床現場からの展望

所属:医療法人 南昌江内科クリニック

一般社団法人 南糖尿病臨床研究センター

氏名: 前田泰孝 先生

第79回全国臨床糖尿病医会学術集会 日時:2025年4月6日(日) 会場:第一ホテル両国5F 北斎

近年、糖尿病診療においてCGM(持続血糖モニタリング) やAID(インスリン自動投与制御)システム、コネクテッドインスリンデバイスのようなデジタル技術が急速に普及している。これらの導入は、血糖管理の精度を飛躍的に高めただけでなく、患者の行動変容を促す重要な要素となり、臨床現場における治療アプローチそのものを大きく変えつつある。本発表では、実地診療での活用事例を踏まえながら、糖尿病診療におけるデジタル技術の進化と課題について概観する。

当院では、CGMやPHR(パーソナルヘルスレコード)を活用し、患者と医療者が共有する情報に基づいた対話的な治療介入を実践している。リアルタイムCGMやisCGMの導入により、従来のHbA1cに代わる評価指標としてTIR (Time in Range)やGMI(グルコース管理指標)が注目され、治療の質的転換が進んでいる。また、インスリン投与のタイミングと血糖変動を可視化し、CGMレポートとインスリン注入履歴の統合的な解析を通じて、生活リズムや嗜好、活動量などの背景要因を読み解くことが可能となった。

さらに、院内のイントラネット環境においてPythonを用いたCGMデータ解析・管理ソフトウェアを独自に構築し、視覚化・クラスタリング・メトリクス解析などの自動化を行っている。これにより、患者ごとのパターン分類や療養指導の個別化が進み、患者自身の気づきや行動変容を支援する枠組みとして機能している。

一方で、こうしたデジタル技術の臨床導入には多くの課題が伴う。第一に、医療機関側のコストとアクセスの問題がある。CGMやポンプ療法に関する保険点数が現場の実際のコストに見合っておらず、「使えば使うほど赤字になる」構造が存在する。また、保険適用や施設基準が使用実態と乖離しており、制度上の整合性の欠如が導入の妨げとなっている。

第二に、テクノロジーの進化に制度設計や法整備が追いついていない現状がある。CGMのリアルタイム化やAIDシステムの多様化に伴い、診療報酬や管理基準も迅速な対応が求められるが、現場ではその整備が遅れており、機器更新や仕様変更のたびに煩雑な対応が必要となる。第三に、医療スタッフへの技術トレーニングの負担が増大している。デバイスごとに異なる操作や解析法に加え、アップデートのたびに再教育が求められる。現状ではこうした対応が個々の医療機関に委ねられており、医療情報技師の育成やチーム医療体制の構築が不可欠である。

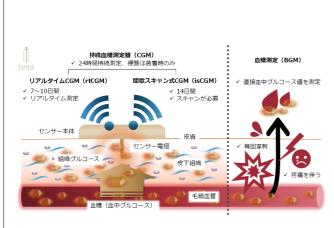
さらに、患者側のデジタルリテラシーや心理社会的背景にも大きな格差がある。高齢者やITに不慣れな患者ではデバイスやアプリの使用が困難であり、加えて社会的孤立や経済的困難といった健康の社会的決定要因(SDoH)が、デジタル医療へのアクセスに影響を及ぼしている。このような背景を踏まえると、糖尿病デジタル医療における健康上の不公平(Health Inequity)の問題は深刻であり、倫理的・社会的観点からの対応が求められる。



2 インスリン療法と治療デバイスの進化 インスリン注入 グルコース測定 ガラス製注射器 アナログ(約2分) インスリンポンプ ベン型注射器 デジタル (5-10秒) インスリン自動投与制御 (AID)

◆ 予測低血糖自動注入停止 (PLGM)

◆ ハイブリッドクローズドルーブ (F 持続血糖モニタ-(CGM) ープ (HCL) ハイブリッドクローズドル-アドバンスドHCL(AHCL) スマートインスリンペンConnected Insulin Devices ▼インスリン投与サポートアプリ



持続血糖モニタリング (CGM) 機器の種類と保険適用

1. プロフェッショナルCGM

医療者が利用するCGM 血糖を振り返って解析して、治療に還元する。 D231-2 特掲診療料・検査(皮下連続式グルコース測定)

2. パーソナルCGM

問題占

個人(患者)が利用するCGM 血糖を日常生活の中で把握して、在宅療養を行う。

a) リアルタイムCGM (rtCGM)

リンジポンプと連動しない持続血糖測定器を用いる場合) レ式持続血糖測定器によるもの)

b) 間歇スキャン式CGM (isCGM)

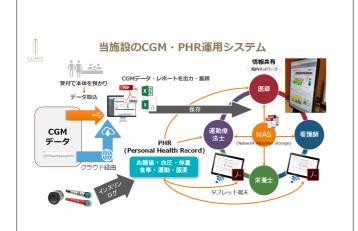
C150-7 血糖自己測定器加算(間歇スキャン式持続血糖測定器によるもの)

※今後はリアルタイム化と製品群の結構合により区別の必要性が無くなっていく ※保険適用の要件の整理が関に合っていないため使用実態と転離している ※保険点数が必要経費に見合っておらず、使えば使うほど医療機関が赤字になる ※使用できる施設基準(ポンプの使用実績)の根拠が乏しい。

5

6

8



医療情報技師の必要性が高まっています



- ・医療情報に関する専門職
- ・個人情報管理や電子カルテ管理を中心に、 情報セキュリティ関連業務統括が主たる役割
- 糖尿病領域では:

BGM/CGMやCSII/SAPだけでなく、

7

PHRアプリやConnected Insulin Deviceなど 専門的な管理が求められる医療情報が 爆発的に増加しつつあることから、 その利活用にあたり中核的な役割を担う

自験例 一変量であるグルコース値は、時系列を伴うことで臨床的意義が深まる 運動・ 活動量 インスリン 需要 嗜好 性格 プライベート 食事 理解度 社会性 「年末の金曜」 飲み会か 間食発見 金 12月1日 「介入」には日々のCGM結果に隠された背景を読み解く必要がある。

実臨床の膨大なCGMデータに隠された知見

データマイニング (data mining) 統計、人工知能などの解析を大量のデータに適用することで知識を取り出すこと デジタルトランスフォーメーション (DX: Digital Transformation)

-<u>@</u>-CGMデータ取込・蓄積

デジタライゼーション (Digitalization)

1

デジタイゼーション (Digitization)

9

1 0



CGM由来の統計値(メトリクス)と意義

CGMメトリクス	計算方法	意義
CGM有効利用率	期間内のデータ取得率(%)	70-80%未満の場合、CGMメトリクス は参考値扱い
平均血糖	指定範囲の平均値	血糖コントロールの高低
GMI (glucose management indicator)	平均血糖から換算	推定A1c(%)に相当 血糖コントロールの高低
標準誤差(SD)	指定範囲の標準誤差	血糖変動の大きさ(平均血糖の影響有 り)
標準偏差(CV)	指定範囲の標準偏差	血糖変動の大きさ 低血糖リスク
Time in Range (TIR)	目標範囲内(70-180mg/dL)の時間 (%)	血糖コントロール目標の達成率 HbA1cと相関あり
Time Below Range (TBR)	低血糖(70mg/dL未満)の時間(%)	低血糖リスク
Time Above Range (TAR)	高血糖(180mg/dLを超える)の時間 (%)	高血糖リスク

HbA1cの乖離: Glycation Gap



- - ling the clinical implications of differences between glucose management indicator and glycated homoglobin.

 Diabetes, Okesity and Metabolism 24, 599-608, doi:https://doi.org/10.1111/dom.14638 (2022).



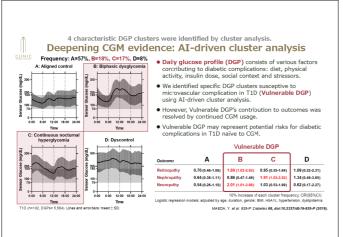
医療DXの内製化を目指して

- データベース処理にはOracleやSQLなどの 言語が用いられてきた。
- ファイル処理のオートメーション化や複雑 な解析を進めていくためにはその他の高度 なプログラミング言語の併用が必要になる。
- Pythonのように目的ごとに特化された パッケージ(モジュール、ライブラリ)を 複数組み合わせるシンブルなプログラミン グ言語をローコードと呼び、多様な事業の デジタライゼーションに活用されている。



1 3

1 4



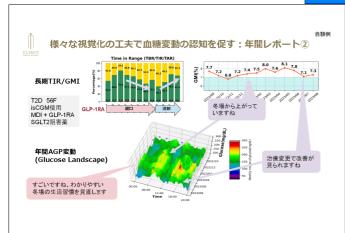
様々な視覚化の工夫で血糖変動の認知を促す:年間レポート①

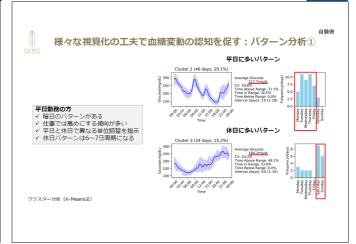
The large (187/18/18/18)

TID 52M 夜の山がいませんね。眼前にチョコアイスはやめようかな…
ちょうど去れの冬からあがってきましたね。

1 5

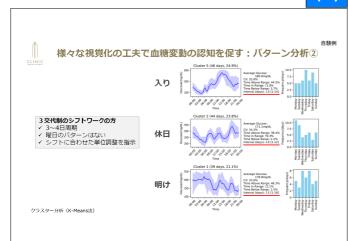
1 6



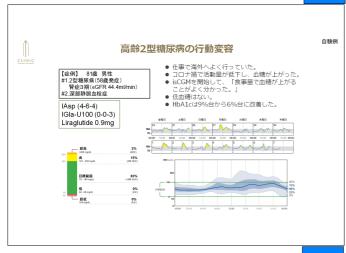


1 7

1 8







2 1

2 2

自験例



PHRの当院での利用例

- 新患パスの生活行動記録(歩数、体重、血圧)
- 血糖ノート、血圧手帳の持参忘れが多い方に
- 体重を記録することによるセルフケア行動を促すため
- 服薬管理(服薬アラート)
- 【管理栄養士】

【看護師】

- 生活行動記録票として(食事の写真)
- 新患さんの初回食事指導のための食事記録(3E間)
- カーボカウント指導における糖質見積もり量の確認
- 歩数(google fit、apple healthcareからの同期) 【健康運動指導士】
 -] ● 運動記録の促し



利用例:カーボカウント指導

【PHRを活用したカーボカウント指導のフロー】

- 医師がカーボカウント指導を指示
 看護師がシンクヘルス導入
- 3. 次回来院時までに食事の写真を振り、 品目を記載していただく
- 4. 次回来院時に、管理栄養士がカーボ カウント指導に記録を利用する
- 実際にカーボカウントを行い、見積 もった糖質量とインスリン注射記録 を残していただく
- 6. 再指導時に見積もりの評価
- 医師はCGMデータと比較し、糖質 インスリン比などの見直しを行う



これはAI判

2 3

2 4



PHRでインスリン注射記録を確認



Connected Insulin Deviceへの期待

- (1) 患者自身のリマインダーとしてインスリンの打ち忘れや重複投与を防止する。
- (2) 注入記録と血糖変動の関係が視覚化されることでセルフケア行動につながる。 インスリン注入の量とタイミングがどのように血糖に影響を与えるかを患者自身 がリアルタイムに体験できる。
- (3) クラウドを介して注入履歴を医療者と共有し、客観的な評価をレトロスペクティブに受けることができる。



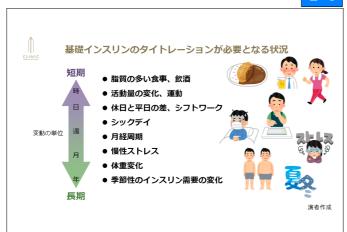




演者作成

2 5

2 6



当院のisCGM使用者のTIR推移 (糖尿病型別: 2018-2024)

(中均,物)

1型糖尿病

2型糖尿病

(中均,物)

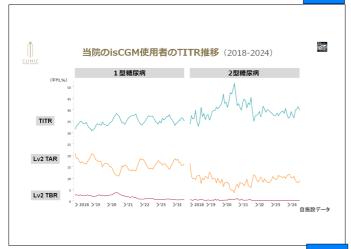
1 型糖尿病

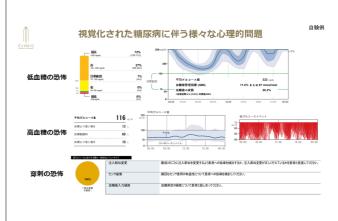
(中均,物)

1 型糖尿病

(中均,物)

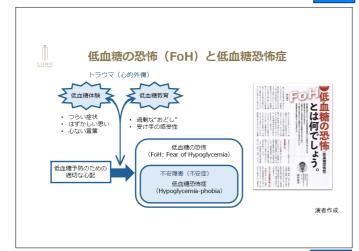
2 7





2 9

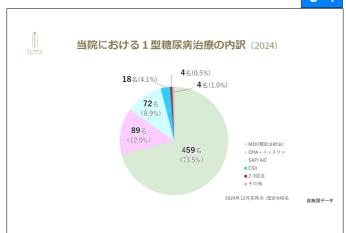
3 0

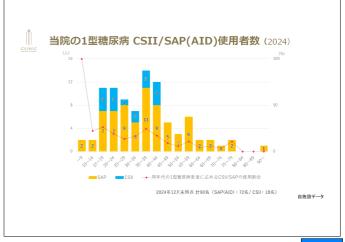




3 1

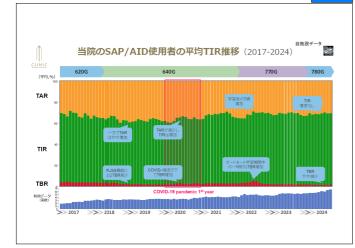
3 2





3 3

3 4



糖尿病臨床におけるデジタル医療の課題

◆ コストとアクセスの問題 患者と医療機関の双方に経済的問題が生じている。 医療費や器材費・インフラ整備のコストが障壁となり、治療アクセスに格差が生じる。

Ⅱ —82—3 失漢デバイスを用いた1型雑居病治療の現状について一 患者の治療選択とアウトカム— Ⅲ —145—4 1型維尿原に対す経済的な理由による健康上の不公平 についての材料

● 医療スタッフの技術トレーニングの負担 アブリ・デバイスごと、アップデートのたびに医療スタッフに適切なトレーニングを提供する 必要がある。

Ⅲ — 168—3 ミニメド770GシステムにおけるHCL(Hybrid Closed Loop) 療法の治療効果と患者過足度に関する検討

● 患者のデジタルリテラシーと受け入れ状況 全ての患者がデジタルツールを操作できるわけではなく、特に高齢者やテクノロジーに不慣れな患者では使用が難しい。心理的・社会的な受入れ状況にも格差がある。 ・肥大化した医療情報の処理と解釈の負担 大量のデータを効率的に管理・分析することは困難であり、臨床的な意思決定を行う際に重要な情報を見落とす可能性がある。

● 医療保険の適用要件のアップデートと法整備の遅れ 区域体操の地面を针がアックアートと広笠側地域41 デバイスやデジタルヘルスソリューションの進化の速度と医療保険制度および関連法規の対応 状況に乖離が生じており、臨床実装の速度に影響を与えている。



1型糖尿病におけるHealth Inequities (米国)

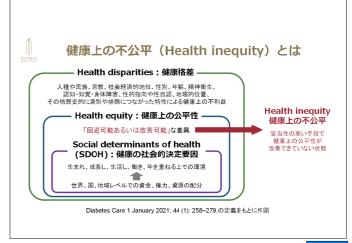
The T1D Exchange Quality Improvement Collaborative (T1DX-QI)

Prahalad P, Rioles N, Noor N, et al.
T1D exchange quality improvement collaborative: Accelerating change through benchmarking and improvement sollaborative: Accelerating change through the acceleration of the a

T1DX-QIによる最近の研究で特定されたHbA1cに最も影響する因子

- CGM/インスリンポンプの使用
- 民間の保険に入っている率
- うつ病や不安神経症などの精神疾患
- 人種
- 社会的/経済的地位

Ginger Vieira: Reaching A1c Goals: Research Says These Factors Matter Most. より作表 (https:///t1dexchange.org/research-a1c-tactors-type-1-diabetes/)



3 7

3 8



