

自律分散協調ヘルスケアを目指して —PLRに基づく介護支援システムの開発—

橋田 浩一^{†1} 和田 典子^{†2} 藤島 寿智^{†2} 上沼 亜希子^{†2}

^{†1} 東京大学 ^{†2} (社福) 恵信福祉会

PLR (個人生活録) は、個人データを本人 (代理人) が管理し、本人のメリットを高めるように自由かつ安全に他者と共有して活用するためのスマートフォン等のアプリ (ミドルウェア) である。個人データを本人が PLR で管理し本人同意に基づく個人データの流通と利活用を容易にすることにより、B2C サービスに関連する産業や文化の活性化と個人情報保護の両立できると期待される。こうしてヘルスケアサービス全体の価値を高めるための布石として、PLR に基づく介護支援システム KWeN (Keishin Wellness Network) を施設介護の現場のニーズを反映させながら開発した。現在、試験運用を通じた改良を進め、その実用化とともに、PLR の特徴を活かした新サービスの開発や医療との連携を目指している。

1. PLR (個人生活録)

2014年7月9日以来の報道によれば、ベネッセホールディングスが保有する4~5千万人分ともいわれる個人情報情報が漏えいしたそうである。このように大量のデータが漏えいするのは、それだけのデータを集中管理しているからである。逆に、個人データを個人ごとに分散管理すれば、多数の個人のデータが一挙にもれることはあり得ない。

ここで集中管理とは多数の個人のデータをまとめて管理することであり、それは管理者の意志や過失によって多数の個人のデータが利用されたり漏えいしたりすることを含意する。個人が自分のデータを蓄積して他者と共有する仕組みを一般にPDS (personal data store) と呼び、ヘルスケア用のPDSをPHR (personal health record; 個人健康録) というが、MS HealthVaultや (すでに閉鎖された) Google Healthを含む従来のPHRはすべて集中管理型であり、したがって集中PDSに含まれる。

一方、個人による分散管理では、本人 (または代理人) の意志や過失によって利用されたり漏えいしたりするデータが本人の分に限定されるので、たとえば5千万人分のデータの集中管理よりもおよそ5千万倍安全である。PLR (personal life repository; 個人生活録) は一種の分散PDSであり、これをヘルスケアに用いると分散型のPHRになる。PLRは、個人利用者が本人のデータをGoogle DriveやDropbox等の基本無料のクラウドストレージに格納し、家族や友人や事業者と共有することを可能にするスマートフォン等のアプリ (ミドルウェア) で

あり、非公開のデータを暗号化してからクラウドに格納し、クラウドから取得した後に復号する。そのための鍵をGoogle社やDropbox社等のクラウド事業者の開示しなければ、それら事業者の意志や過失によってデータが利用されたり漏えいしたりすることはない。PLRが分散PDSであるというのは、この意味において、PLRで取り扱う個人データの管理権限が、本人 (代理人) に帰属しクラウド事業者には帰属しない、ということである。

このように個人データを本人がPLRで管理することにより、個人データの集中管理に伴う事業者側のコストとリスクが大幅に低減する。もちろん事業者は顧客との契約書等の個人データを保管して集中管理せざるを得ないが、そのデータの日常的な活用を最小限にとどめることによってコストとリスクが激減する [1]。

また、PLRは個人データを本人同意に基づいて活用することを容易にする。たとえば病院が患者の医療データを管理していると、安全で効果的な治療のためにそのデータを他の病院等に開示することが難しいが、患者本人が自分の医療データを管理していれば、そのデータを医療機関等に自由に開示して自分のメリットを高めることができる。その際、個人情報保護法等の法律やガイドラインも本人同意によってすべて明確に遵守される。

**個人データの分散管理は、
本人同意によるデータ活用を促進し、
産業や文化を振興する**

2. 自律分散協調ヘルスケア

2.1 ヘルスケアデータの共有

医療機関や介護施設が患者や被介護者のデータを共有することがヘルスケアサービスの価値を高めるためには望ましい。各個人に対してどのようなケアが安全で効果的であるかは当該個人の健康状態やこれまでのケアの内容に依存するから、複数の医療者や介護者が1人の個人のケアに当たるには、当該個人に関するデータを共有すべきである。

たとえばガンの場合、各患者に対する抗ガン剤の投与や放射線の照射は許容される積算総量に上限があるから、その上限を超えないように管理する必要がある。しかし、担当医への不満とか自らの転居などの事情によってある病院の患者が別の病院を受診することになった場合など、それまでの抗ガン剤の投与や放射線被曝の総量が分からなければ、安全で効果的な治療が難しくなる。

このようにヘルスケアデータの共有が望ましいことはほとんどの関係者が認識しているはずである。しかしこれまでのところ、データ共有はあまり進んでいない。医療機関等間でデータを共有するための商用の情報システム（EHR (Electronic Health Record)）はあるが、全国で約10万の医療機関のうちまだ5千ほどにしか導入されていない。これは、データを共有しても病院や診療所の収益向上に直結しないからである。

医療制度改革に伴って、 ヘルスケアに関連する個人データの 分散管理が普及する

2.2 医療制度改革

2003年から急性期（症状・徴候の発現が急激で、生命が危機な状態にある時期）の入院医療に対してDPC (diagnosis procedure combination; 診断群分類) [2]という診療報酬の評価法が導入されているが、これは、従来の出来高払い（検査や治療の出来高に応じた点数が付く）とは異なり、大ざっぱにいうと、各傷病について定額の点数が付く、検査や注射や手術の経費を病院が負担する方式である。つまり、患者の入院が長引いたり再入院したりすると病院が損をするわけである。

急性期病院としては、回復期（生命が危機な状態から脱し、症状が安定に向かっている時期）・療養期（症状・徴候は激しくないが、治癒することが困難な状態が長く

続く時期）の病院や診療所や介護・看護事業者による退院後のケアの質を高め、患者の再入院を防ぐ必要がある。それには入院の記録のデータを開示し、そのデータを他の医療機関や介護・看護事業者が参照できるようにすることが望ましい。

そのようなデータ共有の動きは実際にはまだまだ顕在化していないが、現在進行中の医療制度改革[3]によって数年以内に顕在化するだろう。厚生労働省は2025年までに新たな医療提供体制を確立することを目指して制度の改革を進めている。それに伴って医療データの共有が病院等の経営の観点からも必須になりつつある。

この医療制度改革において特に重要なのは下記の2点だろう。

- 病院の間の役割分担[4]
- 在宅医療の推進[5]

これらは要するに、日本の医療を自律分散協調システムにしようということである。

病院は、急性期、回復期、療養期などに応じて分類され、各々の段階の入院患者のケアに特化しつつあり、2018年にはこの分類が完了する予定である。たとえば急性期病院への保険点数の付与は急性期の入院医療と紹介による外来診療に重点化される。このようにして、各種の医療機関が特定の機能に専門化することによって医療サービスの質が高まり、異種の医療機関の間での連携が強化されるものと期待される。

異種の医療機関や介護・看護事業者の間での連携を強化して体系的・継続的なヘルスケアを提供するには、それら関係者間でのデータの共有が必要だろう。じきに患者もそのことに気付くだろうから、たとえば医療データを開示しない医療機関にも介護データを開示しない介護事業者にも顧客が付きにくくなると考えられる。

さらに在宅医療に関しても、複数の診療所（訪問医）の間で患者のデータを共有する必要が生ずる。新たな診療報酬制度の下では、多くの患者について24時間365日の対応が訪問医に求められるからである。診療所のほとんどは医師が1人で看護師が2～3人の体制だが、それではとてもそんな対応は無理なので、複数の診療所がグループを組まねばならず、グループで診療する患者のデータをグループ内で共有し、医師や看護師が外出中にも参照できるようにせねばならない。もちろんそのデータ共有は病院や介護・看護事業者にも及ぶ必要がある。

2.3 分散管理に基づくデータ共有

前述のEHRは導入コストも運用コストもかなり高い。

病院の場合は数百万円から数億円の導入費用を要し、その後も年間百万円以上の運用費がかかる。ところが、医療や介護のデータを患者や被介護者本人(または代理人)ごとにPLRで分散管理すれば、集中管理方式の1/10以下の費用でデータ共有が実現でき、前述のようにセキュリティもはるかに高い。また、集中管理方式だと登録済の機関の間でしかデータが共有できないのに対して、個人による分散管理方式は、本人が自分の端末で任意の医療者等にデータを開示できるという意味において利便性も高い。

従来の発想に従えば、集中管理型のデータ共有によって、たとえば病院が診療所や老人ホームや患者を囲い込めると考える向きもあるかもしれない。しかし、上記のように集中管理よりも個人分散管理の方が圧倒的に安価で安全で利便性が高いから、そのような囲い込みは不可能である。

**老人ホームへの導入も、
個人データの分散管理を普及させるために
有効と考えられる**

3. 介護支援システム

老人ホームは病院と同じグループに属することが多く、両者間でのデータ共有は老人ホームにとってメリットが大きいので、たとえ病院のメリットが不明確でも、グループの観点からはデータ共有を推進する可能性が高い。PLRによってそのデータ共有が実現すれば、病院のデータは老人ホームの入居者とは限らない各患者がPLRで管理できるようになる。したがって、上記の医療制度改革の流れに乗るだけでなく、まず老人ホームにPLRを導入してそこから病院にも広げていくという普及戦略も有効であろう。

我々は2013年8月以来、恵信福祉会の老人ホームであるヴィレッタ甲府において現場のニーズを取り入れながら、PLRに基づく介護支援システムKWeN (Keishin Wellness Network) を開発している。現在進行中のKWeNの試験運用においては介護記録のデータをヴィレッタ甲府が管理しているが、被介護者の家族等がデータを管理することにより個人をハブとしてヘルスケアデータを社会的に共有することが技術的には可能である。データを家族や医療者と共有できるような介護システムは、たとえばベネッセスタイルケアが運用するシステムなど、Web

ベースのものがすでにいくつかあるが、いずれも特定の事業者がデータを集中管理する仕組みなので、コストが高くセキュリティが低い。また、必要なデータ共有をすべて実現するにはあらゆるデータを集中管理するしかないが、それは明らかに不可能である。

KWeNは介護記録アプリと介護管理アプリからなる。PLRの現在の版がAndroidのアプリなので、介護記録アプリと介護管理アプリを使うには今のところAndroid端末が必要である。介護記録アプリは介護記録の作成を支援し、介護管理アプリは記録の対象である被介護者および記録者である介護士や看護師を登録して両者の間の担当関係を定義する。

図1に介護記録を表示する介護記録アプリの画面の例を示す。介護記録は項目の時系列であり、図1の各行が1項目である。各項目は、何らかのオントロジーのインスタンスである事象を表す。「昼食10」等を含む中央の列は、当該の事象のタイプおよび付随する属性の情報を含む。その右隣の列は自由に入力されるテキストである。

事象のタイプであるクラスは図2のようなインターフェースによって選択する。

属性の値は図3のようなインターフェースで入力する。この例は図1の5番目の項目の内容(1回の自然便で失禁と便の破棄がなく、硬くて量が多く、パッドへの付着がない)を入力する様子である。

現在のオントロジーは施設介護用のものだが、訪問介護等にもそのまま使えるだろう。また、オントロジーの拡張や修正は容易であり、たとえば看護処置に関する項目を作成するための拡張はすでに行った。同じく、ほぼ



図1 介護記録アプリによる介護記録の表示

オントロジーの拡張だけで、訪問医療や訪問看護の記録とその共有にもKWeNが使えるだろう。

各被介護者に関する記録を同時に複数の介護者が編集することがあり得るので、介護記録アプリでは、編集が衝突したり編集の結果が失われたりすることを防ぐため、各被介護者の各介護記録（図1に示したような、1週間分の項目の系列）を介護者ごとのファイルに分けて表現している。ヴィレッタ甲府では入居中の各被介護者を10人ほどの介護者がケアするので、各介護記録は10人ほどの介護者が共同で作成し、ゆえに約10個のファイルからなる。各介護者は複数台あるタブレット端末のうちどれからでも介護記録アプリにログインすることが

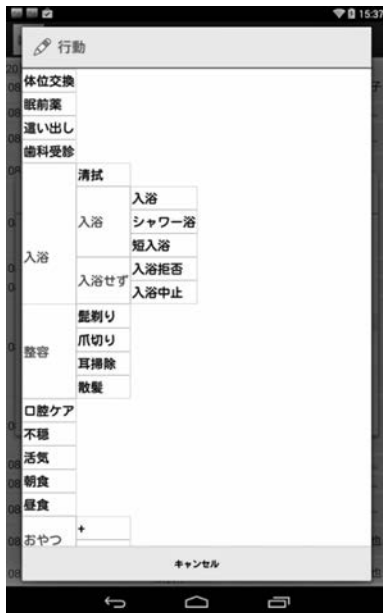


図2 クラスの選択



図3 属性値の選択

でき、日によって使う端末が異なる可能性があるが、各端末がインターネットに常時接続していて編集の結果が半日以内にクラウドにアップロードされていれば（後述のように実際には1分少々のうちアップロードされる）、1人の介護者が複数の端末から同一の介護記録を同日に編集しない限り、編集の衝突や情報の消失は生じない。

介護記録アプリは、各介護記録について、表示を開始したときに端末内のローカルなデータとクラウドのデータとの間で同期を行い、両者をマージした結果を共有する（現在の週の介護記録についてはその後も1分おきに同期する）。この同期には介護者の人数（ファイルの個数）に比例する時間を要し、比例系数はクラウドの性能等に依存する。同期の速度が実用上十分か否かについては、後記の実証実験で検証した。

**KWeN は施設介護だけでなく
訪問介護や訪問医療にも
容易に適用できると考えられる**

4. 実証実験とプラクティス

4.1 概要

ヴィレッタ甲府において、2014年5月2日から12名の介護士と1名の看護師によりAndroidタブレット端末でKWeNの試験運用を開始した。記録方法をまったく新しくするための混乱を最小限に抑えるため、当初は記録対象範囲を2名の被介護者とし、その後、タブレット端末での入力作業への適応状況を見ながら、同年8月2日には、対象とする被介護者を30名に拡大した。

試験運用においては、クラウドを介した共同編集の実用性と、KWeNによる介護業務の効率の向上について、主に検証を試みている。

クラウドを介した共同編集の実効性については、同期のスピードやクラウドの特性に依存するシステムの使い勝手を検証している。たとえばGoogleドキュメントなど、クラウドを介してリアルタイムの共同編集ができるサービスはすでいくつかあるが、それらは各種の共同編集に適したクラウド側の仕組みに基づいている。PLRはそのような高機能のクラウドではなくストレージに特化したクラウドを用いるので、共同編集の操作をすべて端末が担う。したがって、スピードや使い勝手について実用的な性能を確保できるかどうかを検証する

必要がある。なお、現在PLRが主に使っているクラウドストレージはGoogle Driveなので、以下の記述はGoogle Driveに関するものである。

KWeNによる業務効率の向上は、上記のような技術的性能だけでなく、介護現場における従来の慣習やスタッフのモチベーションに依存するところが大きいと考えられる。システム化することで、頻繁に使われる表現は、あらかじめ登録しておくことによってメニューからの選択形式が可能となり、効率化が期待できる。これまで、紙ファイル形式の介護記録は、介護業務の合間や業務終了後に、サービスステーションなどファイルが開ける場所に移動し、それまでのメモや記憶を頼りに手書きによる記録作業を行っていた。タブレットなど携帯可能な記録端末となった場合、記録作業形態自体が変化し、効率が上がることも期待される。ただし、技術的な問題は技術的に解決できるものが多いが、業務プロセスの最適化等には社会的要因にかかわる手立てが必須である。そこで、実験によってその見通しを得ることを考えた。

4.2 実験結果

クラウドを介した共同編集の実効性に関しては、まず、介護者が10名の場合、各介護記録における1回の同期にかかる時間は10～20秒であった。したがって、クラウド内の1個のファイルを増減させたり編集したりした結果はクラウド内で数秒以内に共有されていることになる。

介護記録システムの開発・保守において何回か問題になったのは、クラウドとローカルの間でのデータの同期の管理である。たとえば、各被介護者グループを担当する介護者のアカウントの情報を含むファイルは管理者が介護管理アプリによって作成するが、各介護者が自分のパスワードを介護記録アプリによって変更するため、アカウントファイルは管理者と介護者が共同編集することになる。しかし、このファイルがクラウドで更新されていても介護記録アプリがそれをローカルに読み込まず、介護管理アプリで新たに追加した介護者が介護記録アプリにログインできない等の不具合が生じた。上記のファイルが更新されている場合にはローカルに読み込むように介護記録アプリを改修することによってこの不具合は解消した。しかし、そのような個別の対応を将来にわたって繰り返すことを防ぐため、一般的なフレームワークのようなものを用意しておくべきであろう。

その他の不都合としては、似た名前のフォルダが複数個できてしまうということがあったが、これは、Unicodeの中の各漢字の複数の異体字をGoogle Driveのある

アプリが自動的に正規化してしまうためであった。つまり、異体字を持つ漢字を含むフォルダ名が勝手に変わってしまい、クラウドとローカルでの同期の際に似た名前のフォルダが複数個できてしまったのである。この不具合を防止するため、フォルダの名前はASCII文字のみからなるものとし、表示名を当該フォルダ内のファイルに含めることとした。

KWeNによる記録業務は、対象範囲を除々に拡大していったこともあり、導入自体は大きな混乱もなく進んだ。一方その過程では、入力インターフェースや介護オンロジーなどの改善に関する要望が多く提出され、その都度KWeNを改修した。手書きに比べて文字が読みやすい点やオンロジーによる記録項目の体系化などが介護士の心理的負担を大きく軽減したことは聞き取り調査からうかがえる。また、以前は介護記録からバイタルデータ(体温と脈)や排泄記録を抜粋して手書きで作成していたグラフや表も、介護記録アプリによる自動生成が可能となり、書類作成の負担が大幅に軽減された。

データの詳細な分析は今後の課題であるが、概観したところ、介護記録の分量はKWeNの導入によってやや増えたようである。各被介護者について1日に作られる項目の個数は、手書きではほとんどの場合10以下であるが、KWeNではほとんどの場合に10を超える。また、KWeNの導入直後は自由記述の量が半分近くに減ったが、その後2カ月で手書きの場合と同程度に増加し、記述の内容も大差がないように見える。

しかし、KWeNの導入によってかえって記録業務の効率が落ちたと述べている介護士もいる。これは、オンロジーによる記録業務の負担軽減やグラフ作成業務の減少などを実感しながらも、入力方法の変化に伴う心理的負担を示唆していると考えられる。

4.3 考察と得られたプラクティス

最新の介護記録を表示している間は1分おきに同期するので、同一の介護記録を表示している端末の間であれば、一方での編集の結果が3分以内に他方にも伝わることになる。つまり、編集を実行した端末でその結果をクラウドと同期し始めるまでに1分以内、その同期に20秒以内、それともう一方の端末との同期が始まるまでに1分以内、その同期に20秒以内で、合計2分40秒以内である。ナースコール等の緊急を要する連絡はクラウドを経由しない別の手段によるとすれば、この程度の遅延は問題にならない。

クラウドとローカルの同期にまつわるバグを防ぐた

め、できればその部分のコードをライブラリ化すべきであろう。ライブラリ化が無理ならマクロ化したいところだが、Javaにはマクロがないので、プログラムコードのパターンとしてインフォーマルに共有・再利用できるようにする必要があるだろう。

介護記録アプリによって生活サマリや排泄確認表を自動生成できることは明らかに業務効率の向上につながっている。しかし、しばしば指摘されるように、従来の業務をそのまま電子化したのでは効率の向上にはあまりつながらない。従来はリアルなケアの業務が終わってから介護記録を手書きで作成することが多かったので、多くの介護者はそれを踏襲し、リアルなケアが終わってからタブレットPCにキーボードをつないで介護記録を入力している。こうして、タブレット端末を用いた介護記録アプリの利点を活かした記録スタイルの検討も合わせて行う必要、および、介護業務の合間に行いやすい入力のインタフェースを引き続き検討する必要が確認された。

5. おわりに

今回の実験を通じて得られたプラクティスのうち技術的なものは、できる限りライブラリやコードのパターンとして具体的に共有・再利用を図る予定である。これにより、PLRに基づくアプリの開発を容易にしたい。

ヴィレッタ甲府の業務は施設介護なので、KWeNを運用する端末同士のデータ共有のためにわざわざクラウドを経由する必要は実はない。施設内に置いたある端末がサーバの役割を果たせば、LAN内での端末間のデータ共有により、データ共有を迅速化することができるだろう。そのサーバ用端末がクラウドと通信すれば被介護者の家族とデータを共有するわけだが、そのようにインターネット接続をする端末を限定することは、インターネットの通信トラフィックを抑制することにもなる。

PLRに基づく介護支援システムの試験導入を行った施設としては、システムの改善点を明らかにできたと同時に、介護業務の形態の見直しの必要性も確認できた。一方、記録業務の大幅な効率化やデジタル化による情報共有の確実性向上も複数の点において認識された。さらに、クラウド上に記録が保管されるため、入居者の遠隔地にいる家族との記録共有も技術的には可能である。これらから、介護施設と入居者家族との協調関係を深める可能性や、介護施設による新たなサービスの創出に関する可能性が確認できたといえる。引き続き、社会で必要とされる介護サービスのあり方について検討を行いなが

ら、PLRのコンセプトに基づくよりよいサービスを検討していきたい。それは自ずと、医療制度改革に沿った地域医療連携との融合につながるだろう。個人（患者・被介護者とその家族）が本人のデータを保有し自分のメリットを高めるようにそのデータを流通させることにより、ヘルスケアサービスの社会全体での価値を高めることが我々の究極の目標である。

患者・被介護者とその家族を中心とする ヘルスケアの仕組みを構築したい

謝辞 KWeNの開発にご協力くださっているヴィレッタ甲府の皆様には深謝いたします。

参考文献

- 1) 橋田浩一：集中から分散へ、
http://wirelesswire.jp/k_hasida/201408040144.html
- 2) 厚生労働省：DPC制度の概要と基本的な考え方、<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000000uytu-att/2r9852000000uyyr.pdf>
- 3) 厚生労働省：平成26年度診療報酬改定の概要、<http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12400000-Hokenkyoku/0000039891.pdf>
- 4) 厚生労働省：病床機能報告制度及び地域医療ビジョンについて、http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12601000-Seisakutoutakusukan-Sanjikanshitsu_Shakaihoshoutantou/0000023379.pdf
- 5) 厚生労働省：在宅医療・介護の推進について、http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/iryuu/zaitaku/dl/zaitakuiryuu_all.pdf

橋田 浩一（正会員） hasida.koiti@i.u-tokyo.ac.jp

1981年東京大学理学部情報科学科卒業。1986年同大学院理学系研究科博士課程修了。理学博士。同年電子技術総合研究所入所。1988年から1992年まで（財）新世代コンピュータ技術開発機構に出向。2001年から2013年まで産業技術総合研究所。2013年から東京大学大学院情報理工学系研究科ソーシャルICT研究センター教授。専門は自然言語処理、人工知能、認知科学。日本認知科学会会長、言語処理学会会長等を歴任。

和田 典子（非会員） nwada0925@gmail.com

ソニー（株）にてソフトウェア設計改革業務に従事したのち、2013年より介護施設運営に携わる。（社福）恵信福祉会参与、ヴィレッタ甲府施設長。2012年4月北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科入学。現在博士後期課程在学中。現在ソフトウェア開発支援、サービスイノベーション、価値共創プロセスの研究に従事。ISO/SC7WG6委員。

藤島 寿智（非会員） mmkthmh@gmail.com

2002年より（社福）恵信福祉会ヴィレッタ甲府にて、介護士として高齢者介護業務に従事。2011年介護福祉士となり、現在はヴィレッタ甲府の介護科長として介護サービスの品質向上に向けて、40名の介護士のマネジメントと育成に従事している。

上沼 亜希子（非会員） acco2571@gmail.com

2002年より介護福祉士として経験を積み、2006年より（社福）恵信福祉会ヴィレッタ甲府に勤務。2013年より介護主任として15名の介護士のマネジメントと育成に携わり、高齢者介護サービスの品質向上に努めている。

採録決定：2014年9月18日

編集担当：黒橋禎夫（京都大学）