

ロードセルとNFCリーダーを用いた自動輸液記録装置の開発と臨床使用

○西村一樹¹、藤田憲明²

1 KKR札幌医療センター 麻酔科

2 北海道大学病院 麻酔科

緒言

- ・輸液管理は通常は自然滴下で使用する事が多く、滴下速度の把握や空液の検知などは、目視に頼るのが現実である。
- ・輸液の記録は麻酔科医の手動でなされており、時間的正確性に欠ける。
- ・空液の検知についても、麻酔導入時、出血時などのイベントが発生した際は麻酔科医の監視が手薄となり、ヒューマンエラーが発生する可能性がある。
- ・現存の輸液管理装置には、輸液ポンプと光学式滴下センサがあるが、術中に使用するにはやや煩雑である。
- ・そこで私たちは、**ロードセルを用いた重量センサによる輸液自動記録装置を開発した。**

方法

- ・装置の部品はBlender[®]で設計、3Dプリンタ(AnkermakeM5C[®])で造形した。筐体の中にArduinoとADコンバーター、ロードセル、NFCリーダーを組み込んだ。筐体を点滴棒に取り付けた(図1)。

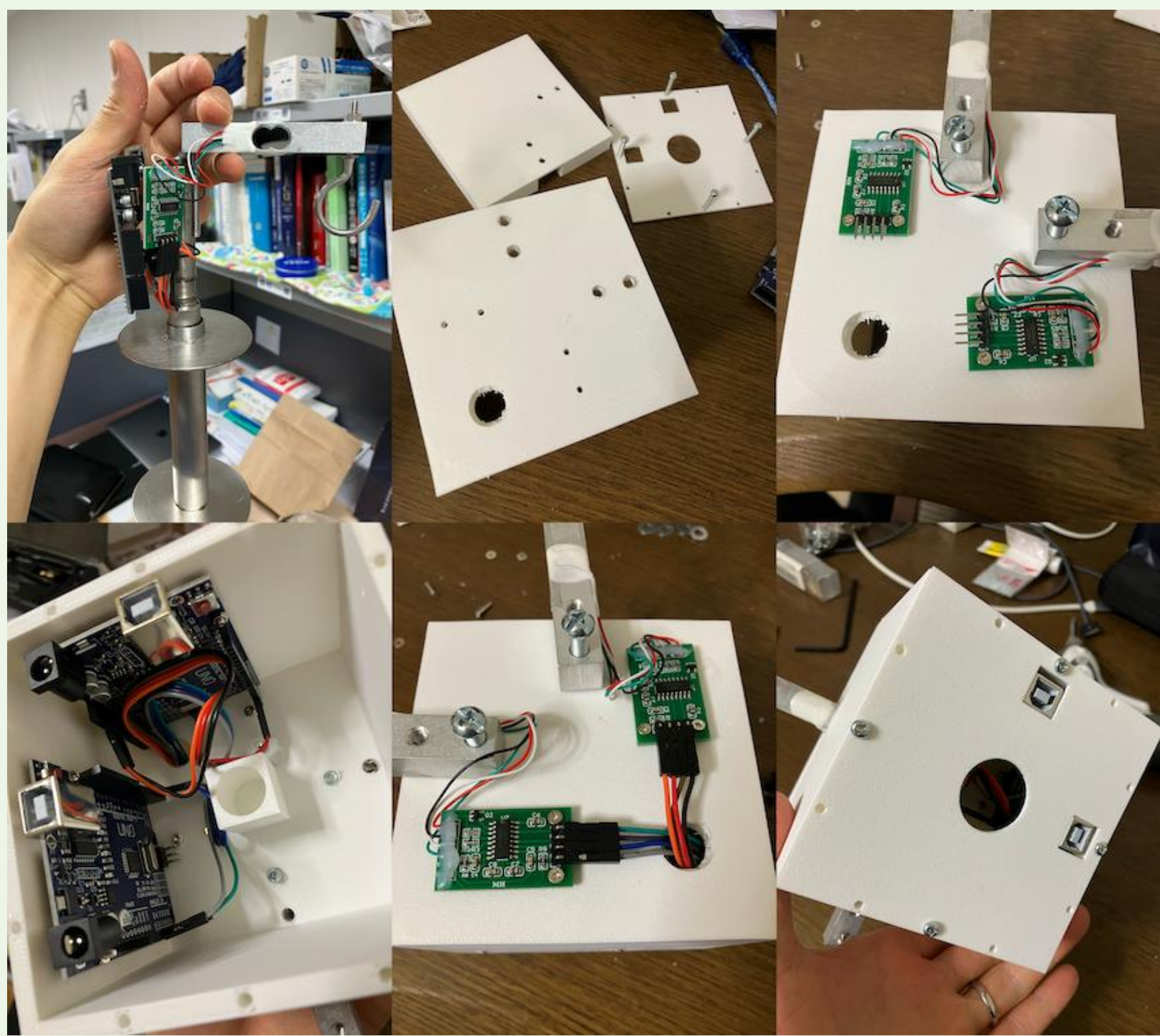


図1: 装置の作成

- ・使用する輸液には、予め輸液の名称を書き込みしたNFCシールを貼付した。
- ・完成した装置と、臨床で使用している様子を図示する(図2、3)。



図2: 装置の外観

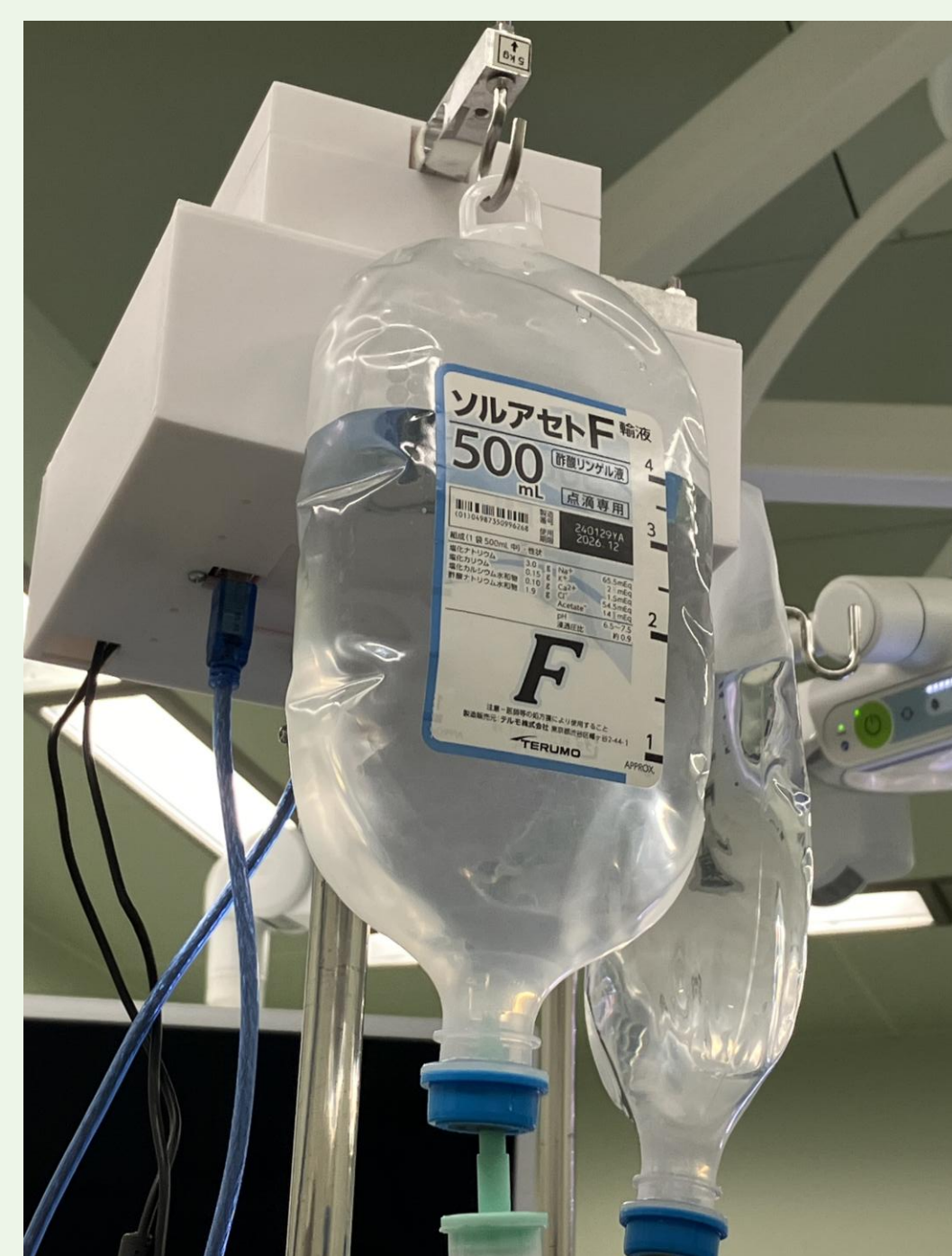


図3: 臨床使用

- ・10秒ごとに輸液重量を測定するプログラムをArduino IDEを利用して作成した。
- ・正確に10秒ごとに測定するために、プログラム作動時間を計測してネガティブフィードバックをかけ、誤差が20 ms以内に収まるようプログラミングを行なった。
- ・NFCリーダーから読み取った輸液の種類とArduinoで測定した輸液重量を、python3.9でPCに記録した。

本研究において開示すべきCOIはありません

方法

- ・乳酸リンゲル液、生理食塩水の比重はそれぞれ1.004-1.007、1.007である。どちらも比重を1として、投与された重量(g)は投与された容量(ml)と等しいものとして扱うこととした。
- ・症例は60代男性。両側内視鏡下鼻副鼻腔手術を行う方針とされた。麻酔方法は、全身麻酔、気管内挿管を予定された。
- ・手術操作による侵襲刺激の変動や術中の体位変換は、血圧変動の原因となる。輸液による血圧変動を調査するため、上記の影響が少ない耳鼻咽喉科の手術を対象とした。

結果

- ・図4と図5に、通常の麻酔記録と装置による輸液記録を追記した麻酔記録を示す。
- ・低血圧時にエフェドリンと輸液で対応した。**通常の麻酔記録では、後から参照した場合に輸液による昇圧が輸液によるものか不明だが、装置を使用すれば一目で輸液負荷の影響がわかる。**

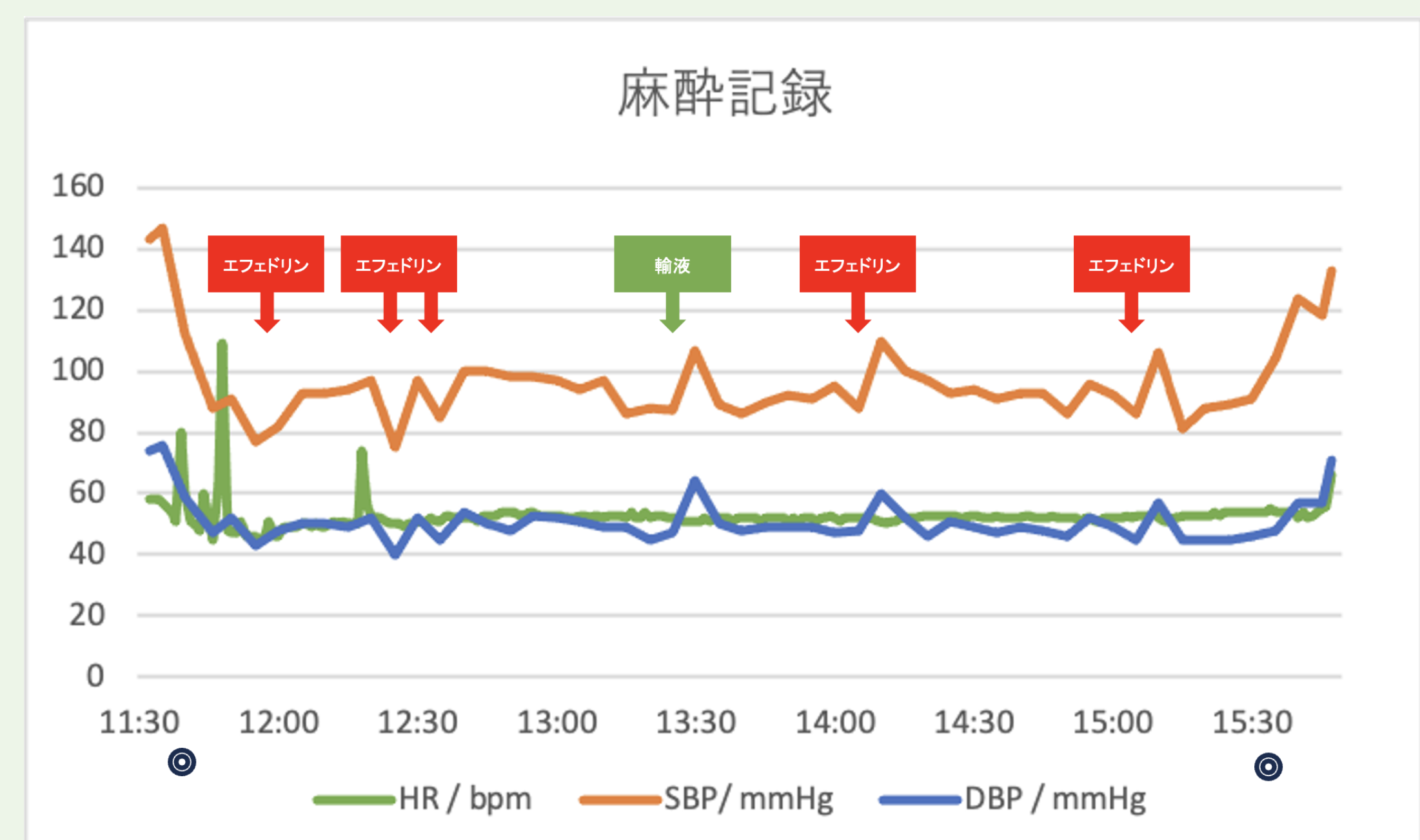


図4: 通常の麻酔記録

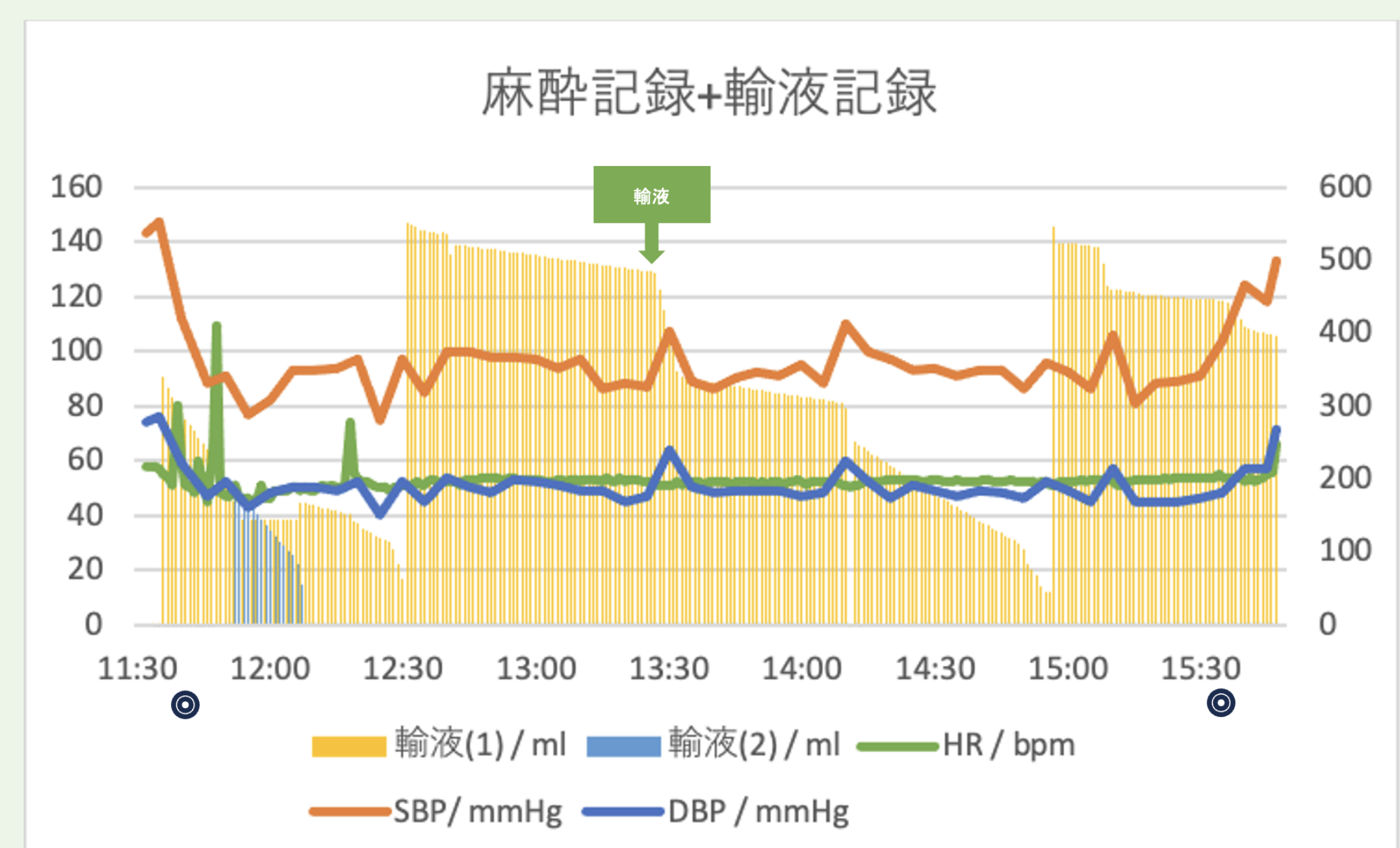


図5: 装置による輸液記録を追記した麻酔記録

考察

- ・輸液投与により前負荷が増加して心拍出量が増加することにより血圧が上昇するという生理学的現象はよく知られるが、現在輸液の詳細な記録はされない。今回、輸液自動記録装置を用いることで、血圧上昇の際に急速輸液がなされたことを客観的に自動で記録することができた。
- ・輸液の血漿増量効果は投与前血液量に依存し、Hypovolemiaでは投与した膠質液の90%が血管内に残るが、循環血液量が正常の状態では投与した膠質液の40%しか血管内に残らないと報告される [1]。
- ・本装置により、時間とともに輸液投与データを自動的に収集・蓄積することで、経時的変化を含めて輸液と体液・循環の関係を調査できる。**現在低血圧を予測するAIも開発されているが、今後輸液投与量・速度のデータを利用して、精度向上可能だと考える。**