

草地におけるドローンの利用と課題

国際農林水産業研究センター 社会科学領域
川村 健介

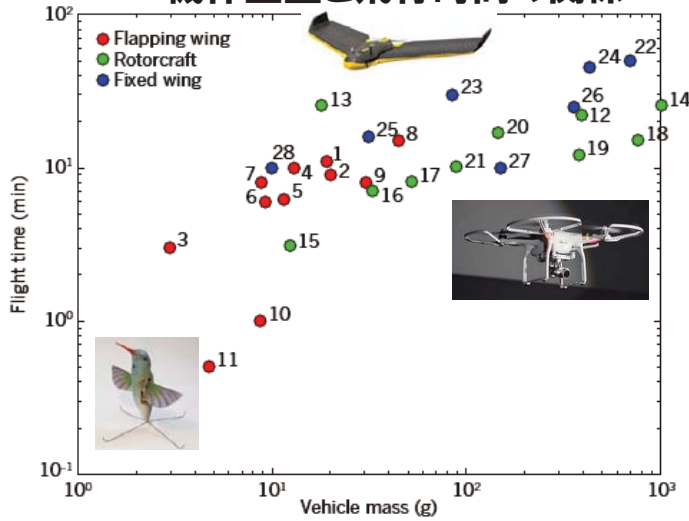
もくじ

1. 急激なドローンの発展と社会情勢
2. 草地研究への利用
3. 事例紹介
4. 今後の課題

1. 急激なドローン技術の発展

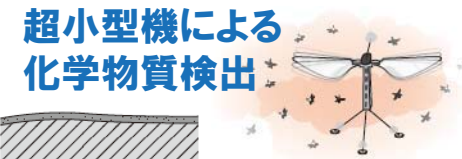
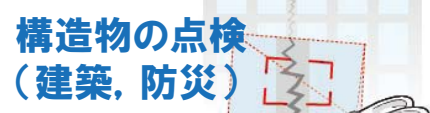
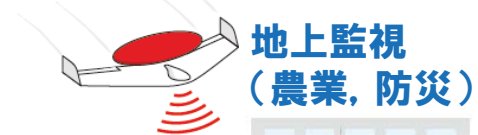
小型ドローン飛行時間の延長によって、様々な分野への活用が期待

機体重量と飛行時間の関係



- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| 1. Nano Hummingbird | 15. Seiko-Epson uFR-II |
| 2. DelFly Explorer | 16. Ladybird V2 |
| 3. DelFly Micro | 17. Mini X6 |
| 4. H2Bird | 18. 350.QX2 |
| 5. MicroBat | 19. AR.Drone 2.0 |
| 6. Bionic Bird | 20. QR Y100 |
| 7. Avitron V2.0 | 21. QR W100S |
| 8. 36 cm Ornithopter | 22. eBee |
| 9. 28 cm Ornithopter | 23. Black Widow |
| 10. 15 cm Ornithopter | 24. Wasp III |
| 11. 10 cm Ornithopter | 25. Univ. Florida MAV |
| 12. Parrot Bebop drone | 26. H301S |
| 13. PD-100 Black Hornet PRS | 27. Diamond 600 EP |
| 14. DJI Phantom 2 | 28. EPFL MC2 |

期待される
用途



Nature 521: 460-466 (2015)
doi:10.1038/nature14542

1. ドローンをとりまく社会情勢

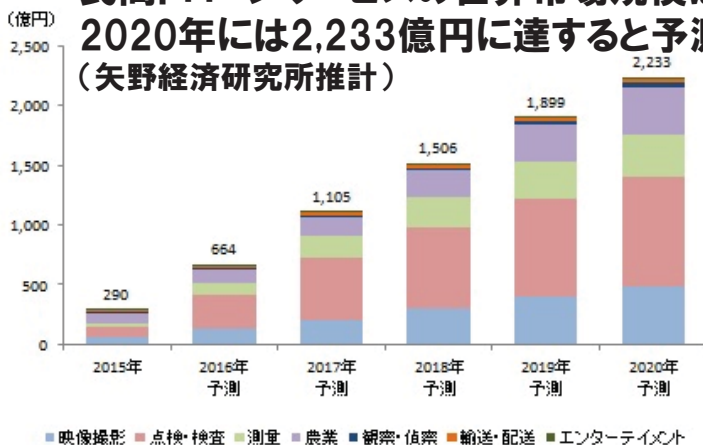
発展 と 規制

技術の発展と経済効果

安定性向上, 自律飛行など

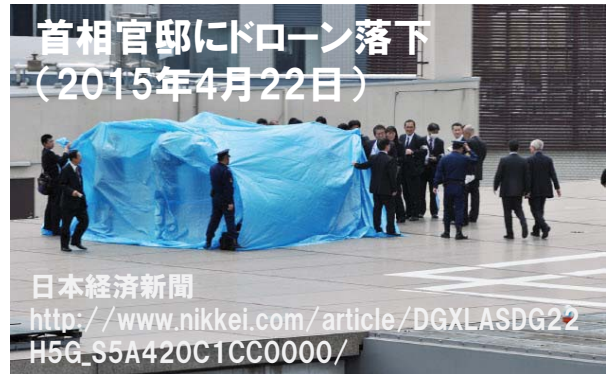


民間ドローンサービスの世界市場規模は、
2020年には2,233億円に達すると予測
(矢野経済研究所推計)



事故多発による規制の強化

首相官邸にドローン落下
(2015年4月22日)



日本経済新聞
http://www.nikkei.com/article/DGXLASDG22H5G_S5A420C1CC0000/

規制の強化

2015年12月10日:
改正航空法(ドローン規正法)を施行
2016年7月29日:
「航空局標準飛行マニュアル」を公表

2. 草地研究への利用

放牧地の空間分布

多様な植生＋放牧家畜（採食，糞，尿）

空間的に不均一

放牧地の面的なばらつきと上手につきあうことが重要

ドローン空撮画像で，面的なばらつきの評価が可能に！

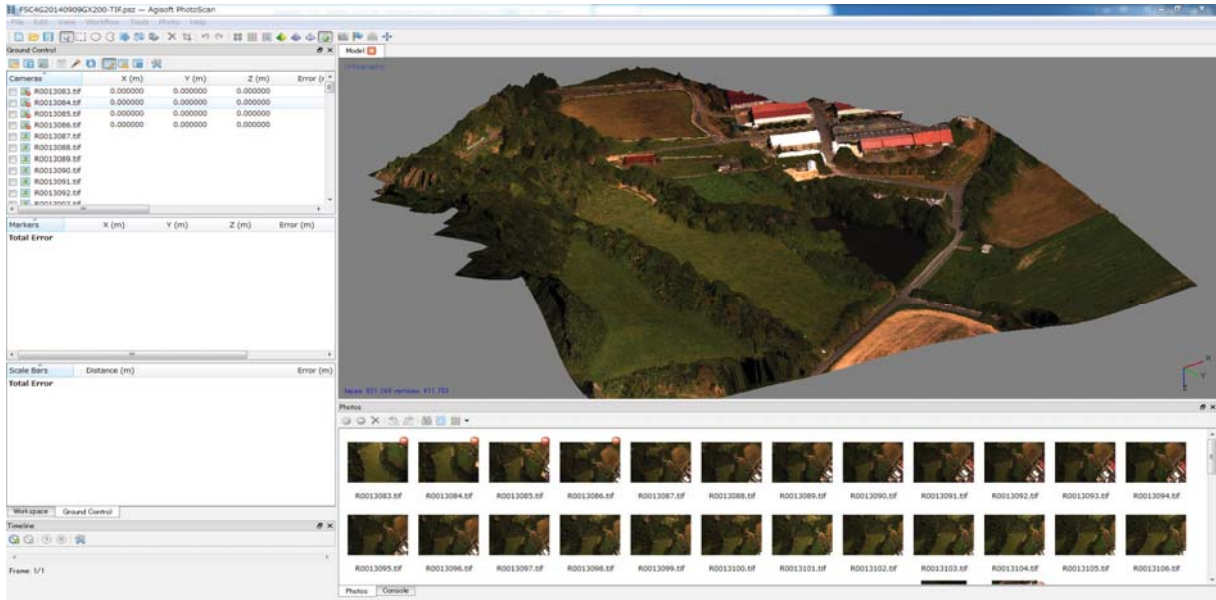
ドローンの利点と欠点

利点

- 高解像度(数cm)
- 必要な時期のデータ取得
- 簡便・低価格

欠点

- 積載重量(～数kg)
- バッテリー(～10分)
- 事故の危険性



リモートセンシング(RS)の応用場面

草原生態系におけるRSの応用場面

人工衛星



(マルチスペクトルセンサ,
ハイパースペクトルセンサ,
SAR, 熱センサ, etc.)

航空機



(デジタルカメラ, LiDAR, SAR,
ハイパースペクトルセンサ,
熱センサ, etc.)

気球・ラジコンヘリ



(デジタルカメラ, ハイパー
スペクトルカメラ, 熱センサ, etc.)

地上

(GPS, スペクトルメータ,
植生調査, etc.)

[計測可能]

草地間の収量評価
草地間のタイプ判別・抽出
草地間の湿潤性評価
管理区画情報の更新
牧草生育ステージ判別
草原火災

[計測不能]

昆虫発生
放牧家畜の行動マッピング

放牧草地内の草種判別
圃場内の牧草収量マッピング
圃場内の牧草栄養価マッピング
混播草地内のマメ科率推定
牧草越冬状態
土壌水分
雑草の抽出
病気発生

GPS首輪+各種センサによる
家畜栄養摂取量・排出物の監視



採草地



放牧草地

(川村・秋山 2012)

応用場面と必要条件

ドローンの特性を活かした時間・空間分解能を考える

応用場面	必要条件			
	モニター範囲[1]	精細度[2]	モニター周期[3]	伝達時間[4]
草地間の収量評価	生態系～景観	1～3	週～季節	1日～1週
草地間のタイプ判別・抽出	生態系～地域	1～2	月～季節	3日～1週
草地間の湿潤性評価	生態系～景観	1～3	月	1日
管理区画情報の更新	群落～生態系	1～2	月	1日
放牧草地内の草種判別	群落	0～2	月～年	3日
牧草生育ステージ判別	群落～生態系	0～3	日～週	1日
圃場内の牧草収量マッピング	群落	0～2	日～週	1日～1週
圃場内の牧草栄養価マッピング	群落	0～2	日～週	1日～1週
混播草地内のマメ科率推定	群落	0～2	日～週	1日～1週
牧草越冬状態	群落	0～1	春	1日
土壌水分	群落～生態系	1～3	日	1日
雑草の抽出	群落	0～1	週	0.5～1日
草原火災	生態系～景観	1～3	時～日	即時～0.5日
昆虫発生	生態系～景観	0～1	日	即時～1日
病気発生	群落～生態系	0～1	日	即時～1日
放牧家畜の行動マッピング	群落～生態系	1～3	日～週	1日

[1] 観測の空間的広がり：群落, 生態系(5～50 km²), 景観(50～500 km²), 地域(500～5000 km²)

[2] 空間解像度：10のn乗(m)から選択

[3] データ取得周期、回帰日数に相当

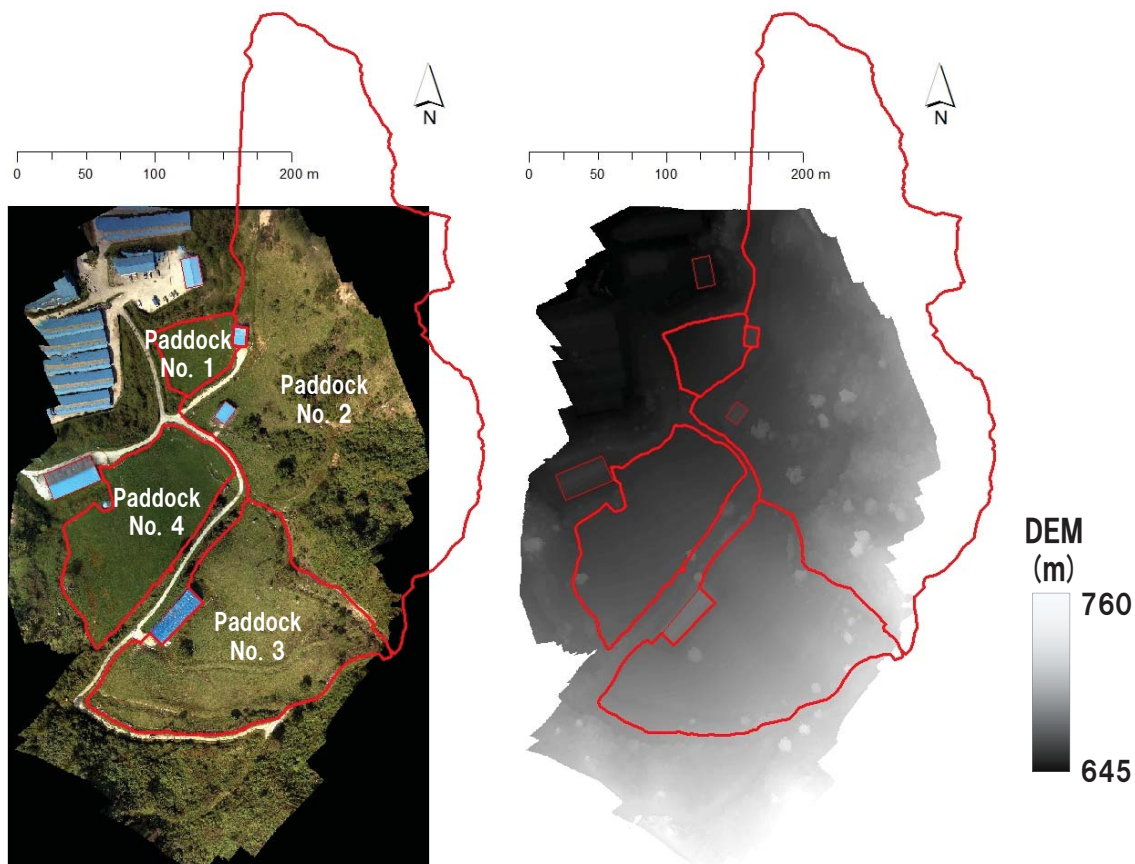
[4] データ取得から処理・加工・情報化を経て提供にかかる時間に相当

(川村・秋山 2012)

3. 研究事例紹介

※未公表データを一部含むため、取り扱いには注意願います。

事例1: 圃場の面積と地形計測

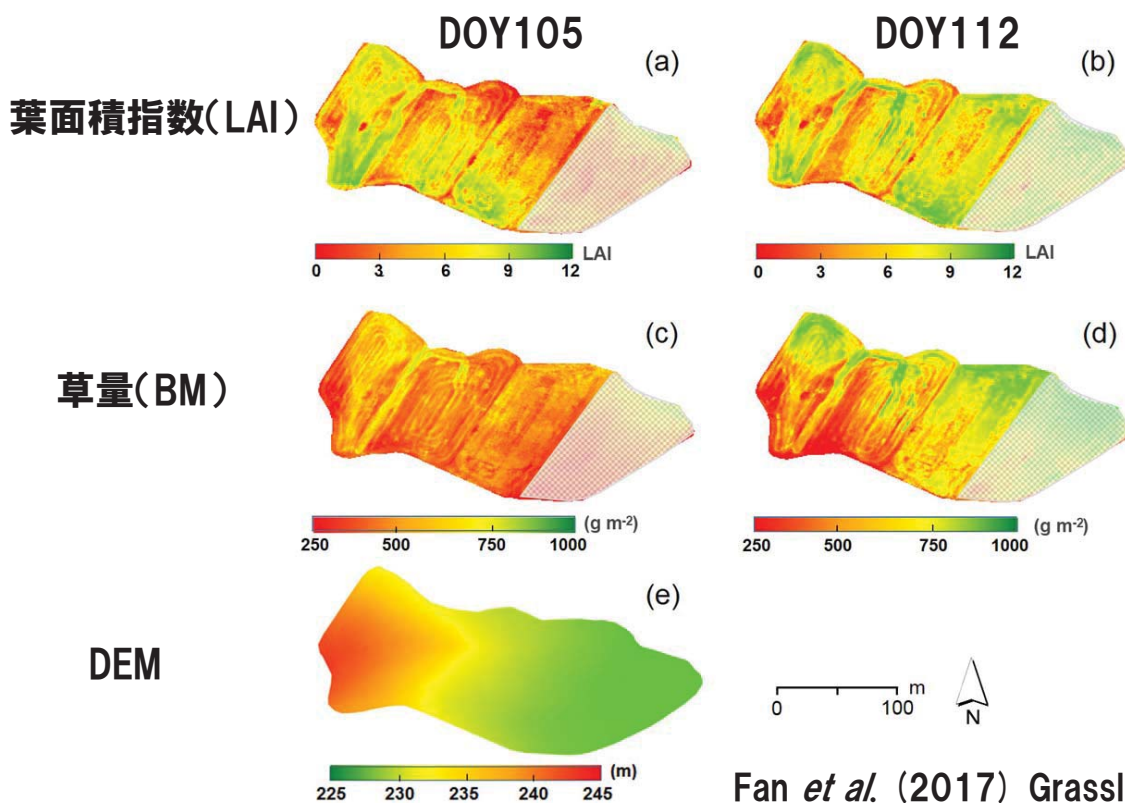


(川村ら 2016)

事例2: 採草地の草量診断

イタリアンライグラス採草地の例

地形の影響で、施肥の効果が不均一

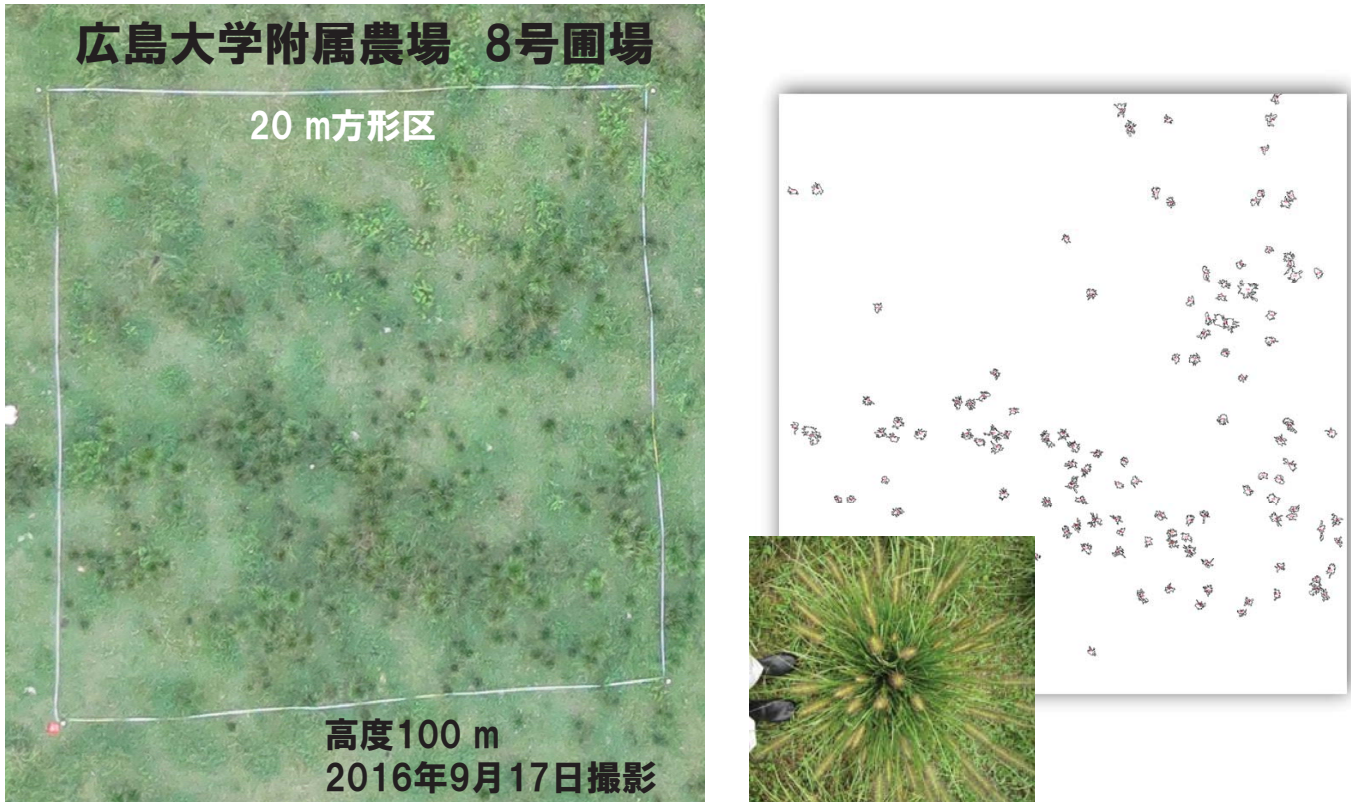


Fan *et al.* (2017) Grassland Science

事例3: 雑草の検出

チカラシバの例

広島県立総合技術研究所 弓場 憲生 氏(未公表データ)

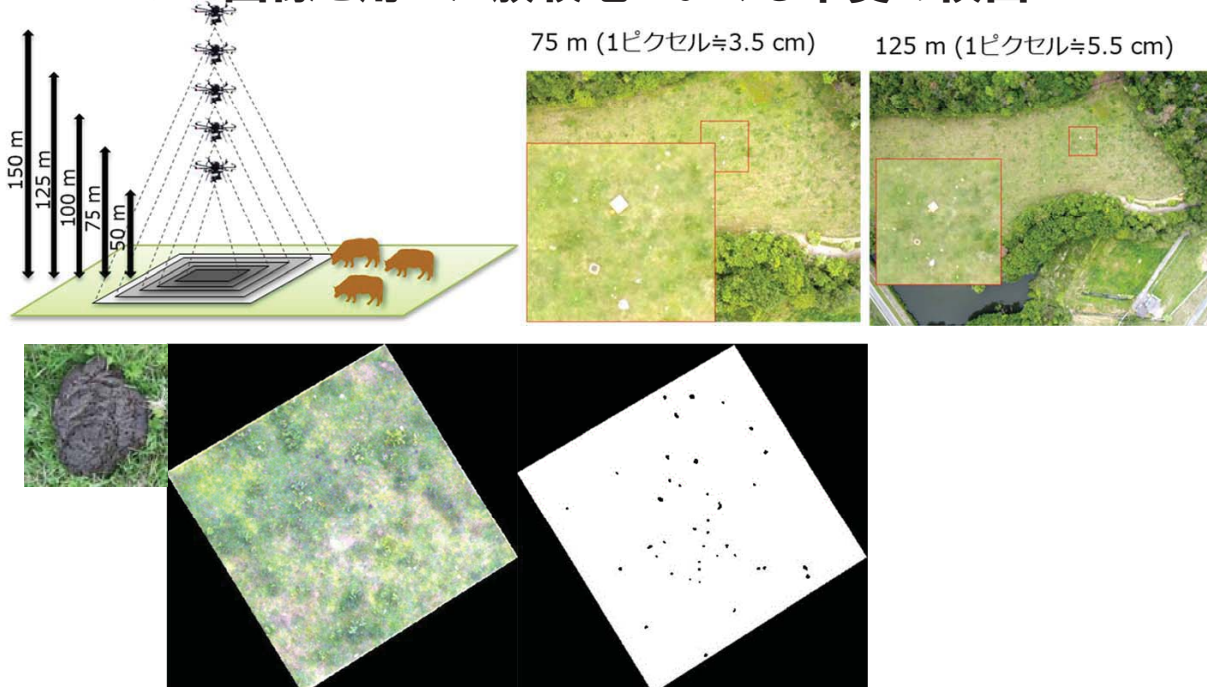


事例4: 糞の空間分布

ウシの糞分布を目視で数えるのは重労働!



UAV画像を用いた放牧地における牛糞の検出

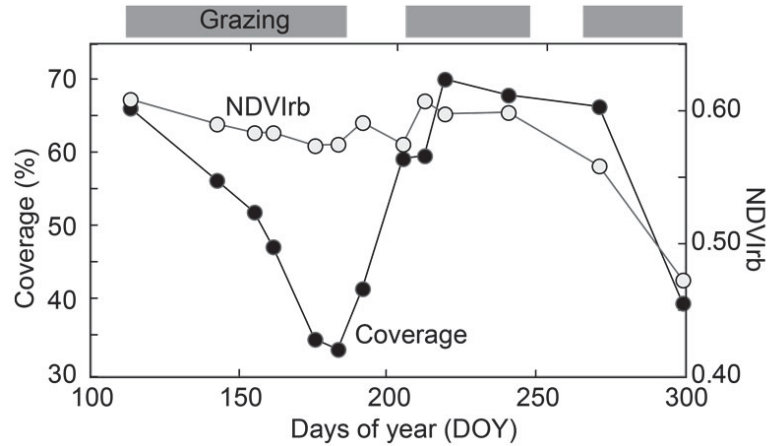
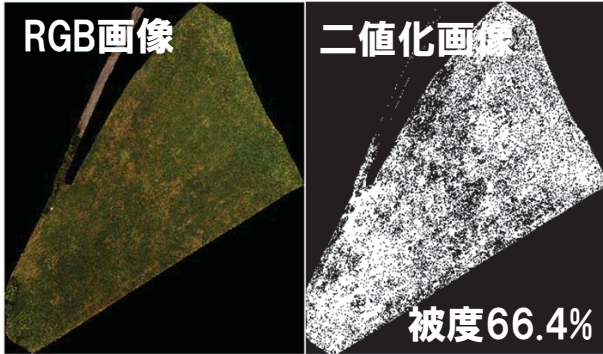


吉利ら(2015)日草誌61(別): 21

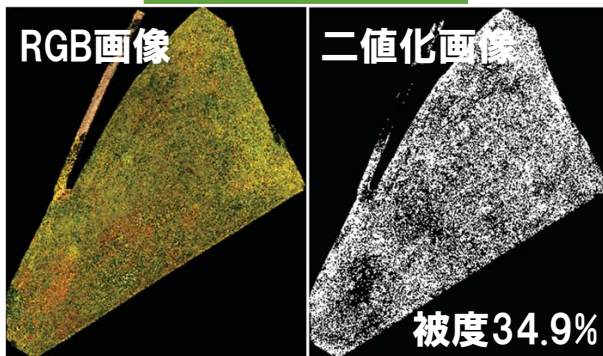
事例5: 植被と植生指数の季節変化

被度は下がるが, NDVIrbはそれほど低下しない

2015年4月23日



2015年6月24日



被度 = 量的
NDVI ~ 量的 + 質的

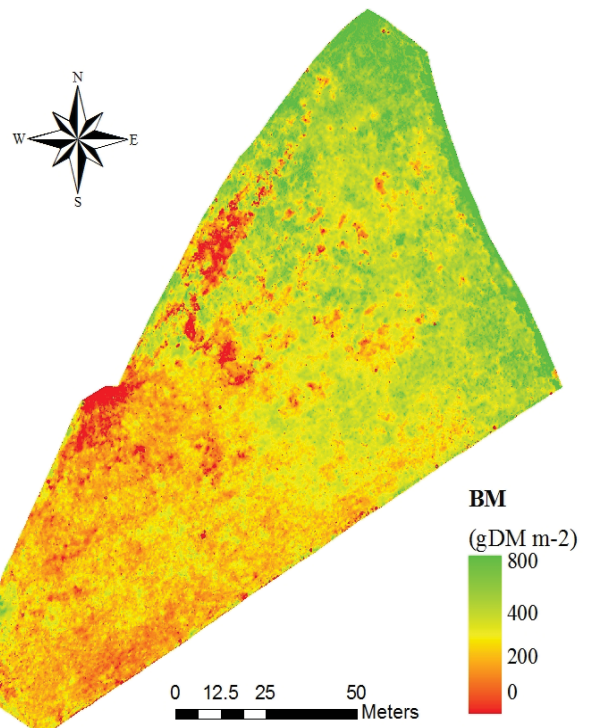
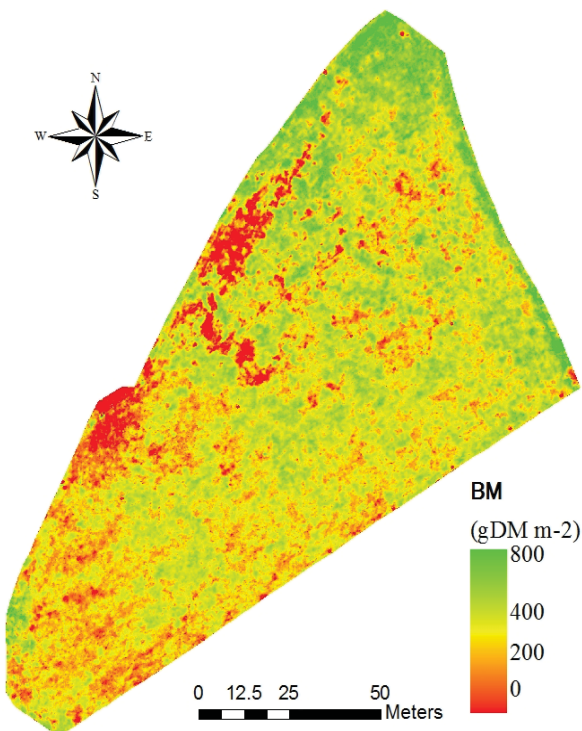
Kawamura *et al.* (2017) JIFS

事例6: 草量 (BM) と放牧の影響

放牧前と放牧後のBM比較

BM spatial distribution map of Pregrazing

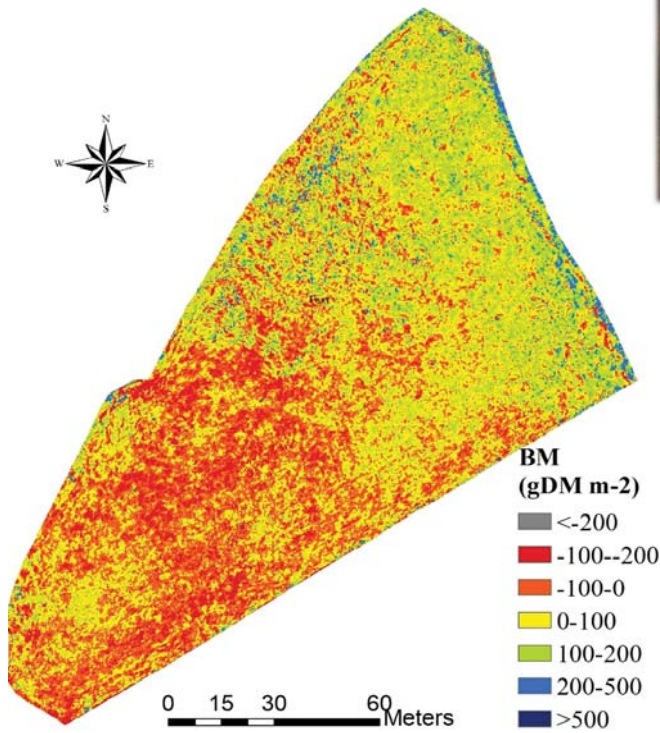
BM spatial distribution map of Postgrazing



草量の差分(採食量)と牛の分布

BM差分と放牧牛の空間分布の関係 ⇒ 採食評価へ応用

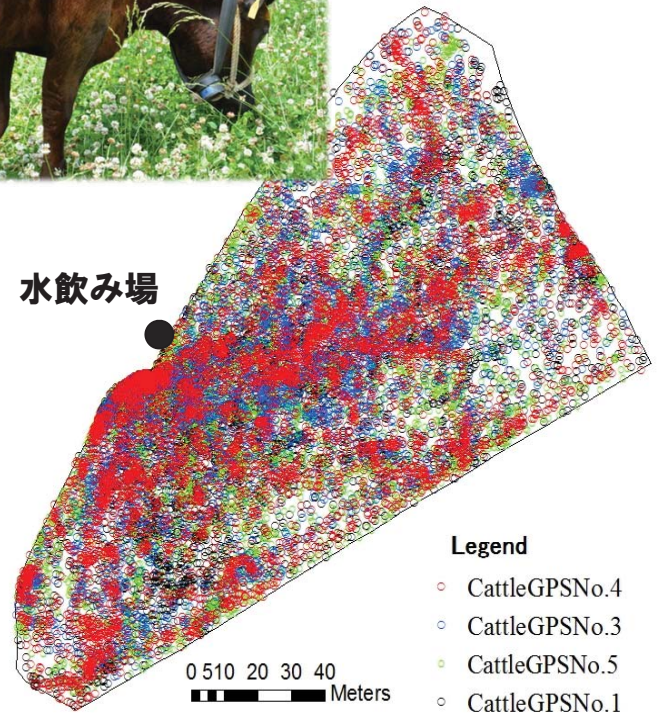
草量の差分
(放牧前後)



牛のGPS首輪位置情報

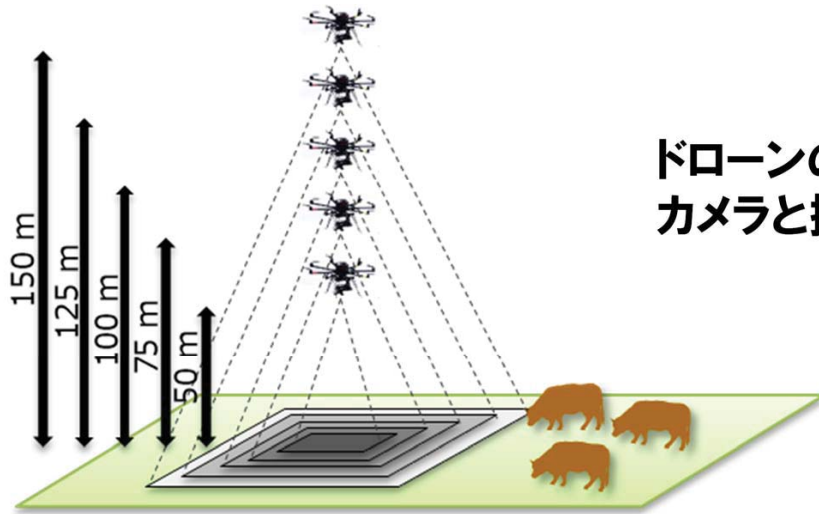


水飲み場



(再び)ドローンのメリット

これまでの衛星RSでは難しかった超高分解度+高頻度観測



ドローンの空間解像度画像は、カメラと撮影高度に依存

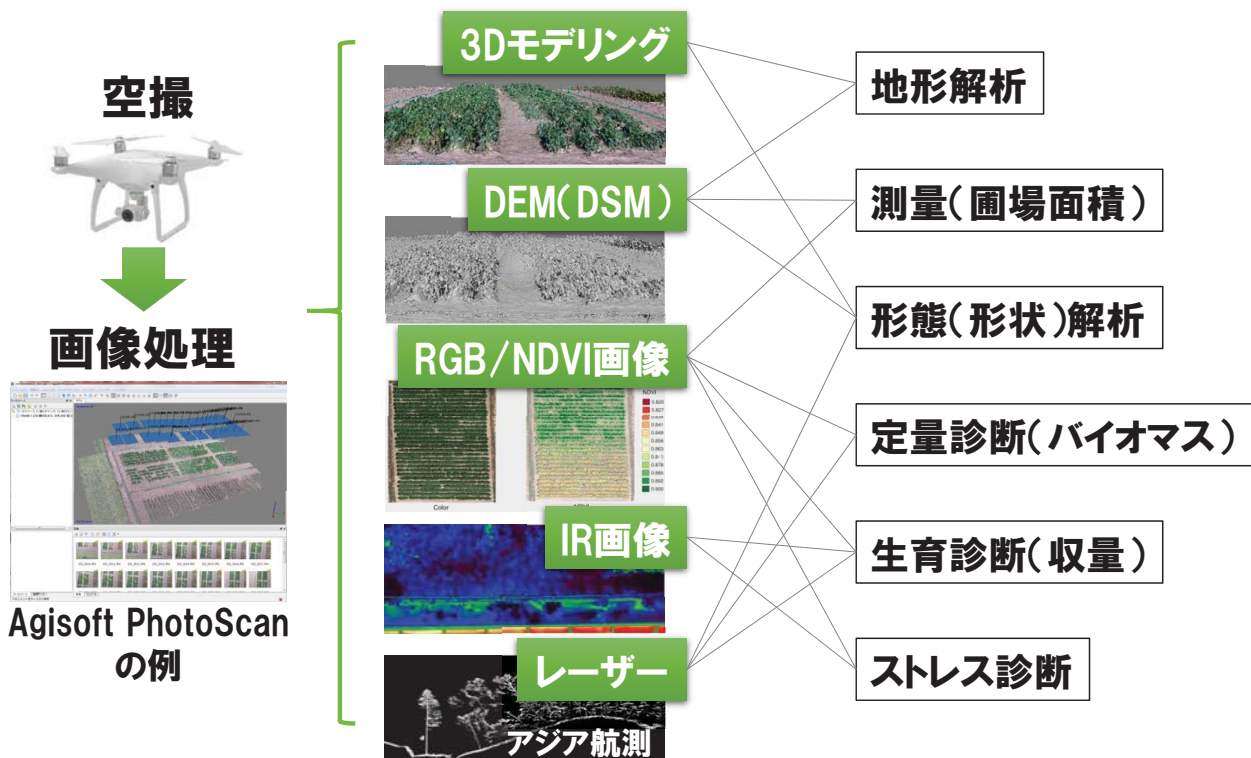
75 m (1 pixel \doteq 3.5 cm)

125 m (1 pixel \doteq 5.5 cm)



ドローンの草地利用への可能性

機体+センサ(カメラ)の組み合わせで様々な応用が可能に!



まとめ

ドローンの草地研究への利用

- 高解像度・高頻度
 - センサとの組合せ
- ➡ 草地研究の応用場面が拡大

実利用に向けて検討すべき課題

項目	検討内容
費用	・空撮コスト(機体・カメラ)は、かなり実現に近い ・解析環境(PC, ソフト)が、まだ高額
安全	・操縦者の知識・技能の向上
技術	・自律飛行: 簡単だが、安全性に注意 ・画像処理: 合成処理後の解析(要アイデア) ・IT連携: データ, ネットワーク

ご清聴ありがとうございました



フィールド調査でサポートいただいた皆様に心よりお礼申し上げます。

建国大学校のJeon Byong-Tae教授, Moon Sang-Ho教授, Sang Se-Yong氏,
広島大学: 黒川勇三准教授, 小櫃剛人教授, 技術職員の皆さん, 草地学研究室メンバー
東北大学: 小倉振一郎教授
岐阜大学: 八代田真人教授

本誌より転載・複製する場合は農研機構畜産研究部門の許可を得てください。

畜産研究部門 平 29 - 4 資料

放牧活用型畜産に関する情報交換会 2017

編集・発行 農研機構（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構）

畜産研究部門 草地利用研究領域 山本嘉人・井出保行・中尾誠司

電話：0287-36-0111(代) FAX：0287-36-6629

〒329-2793 栃木県那須塩原市千本松 768

発行日 平成 29 年 11 月 6 日

印刷 近代工房

〒324-0036 栃木県大田原市下石上 1603