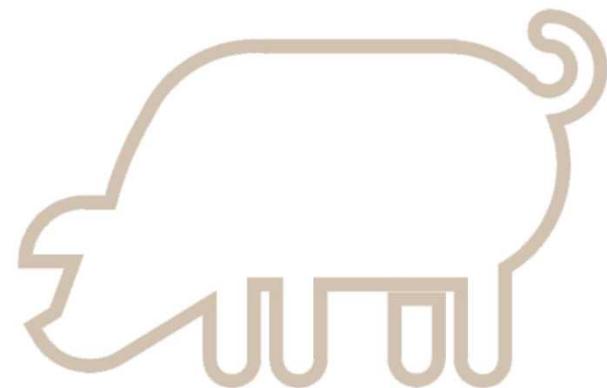


県内で分離された 豚丹毒菌の解析

2026.2.20 第67回県業績発表会
茨城県県北家畜保健衛生所
病性鑑定第1課 北島ちひろ



豚丹毒とは

病原体

Erysipelothrix rhusiopathiae

宿主域が広く、人に感染すると類丹毒となる
と畜場で全部廃棄→大きな経済的損失

症状等

急性型：敗血症

亜急性型：蕁麻疹

慢性型：心内膜炎、関節炎

環境中や健康豚の扁桃に存在

免疫力が低下すると血管系へ侵入、発症すると考えられている

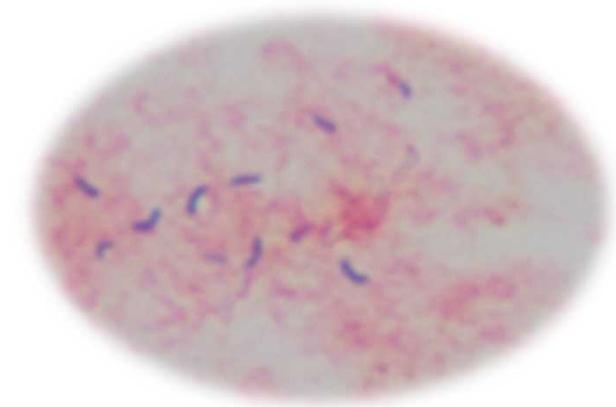
(中央畜産会 豚丹毒とは)

治療

ペニシリン系が有効

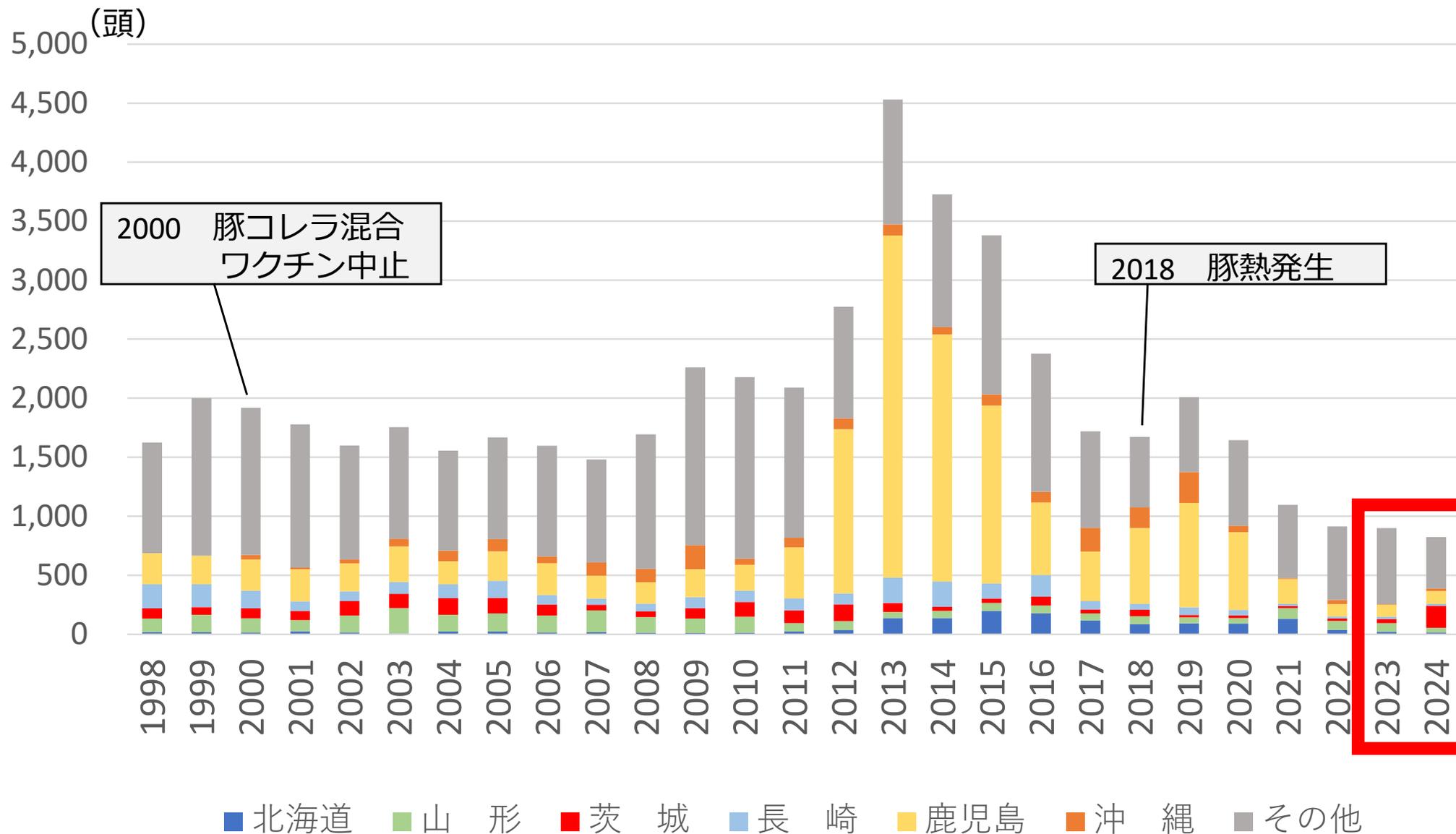
予防

生ワクチン、不活化ワクチン



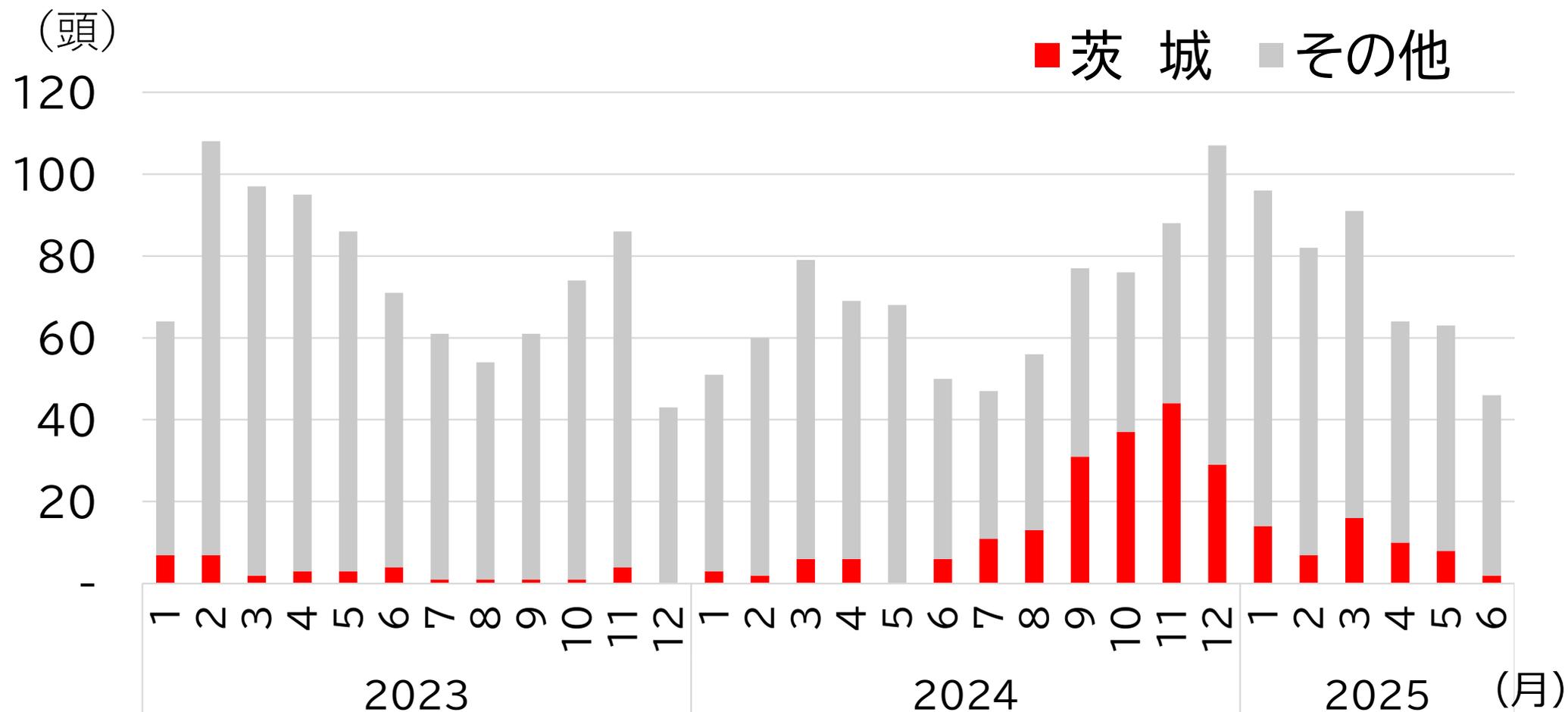
全国の発生状況

農林水産省 家畜伝染病発生状況



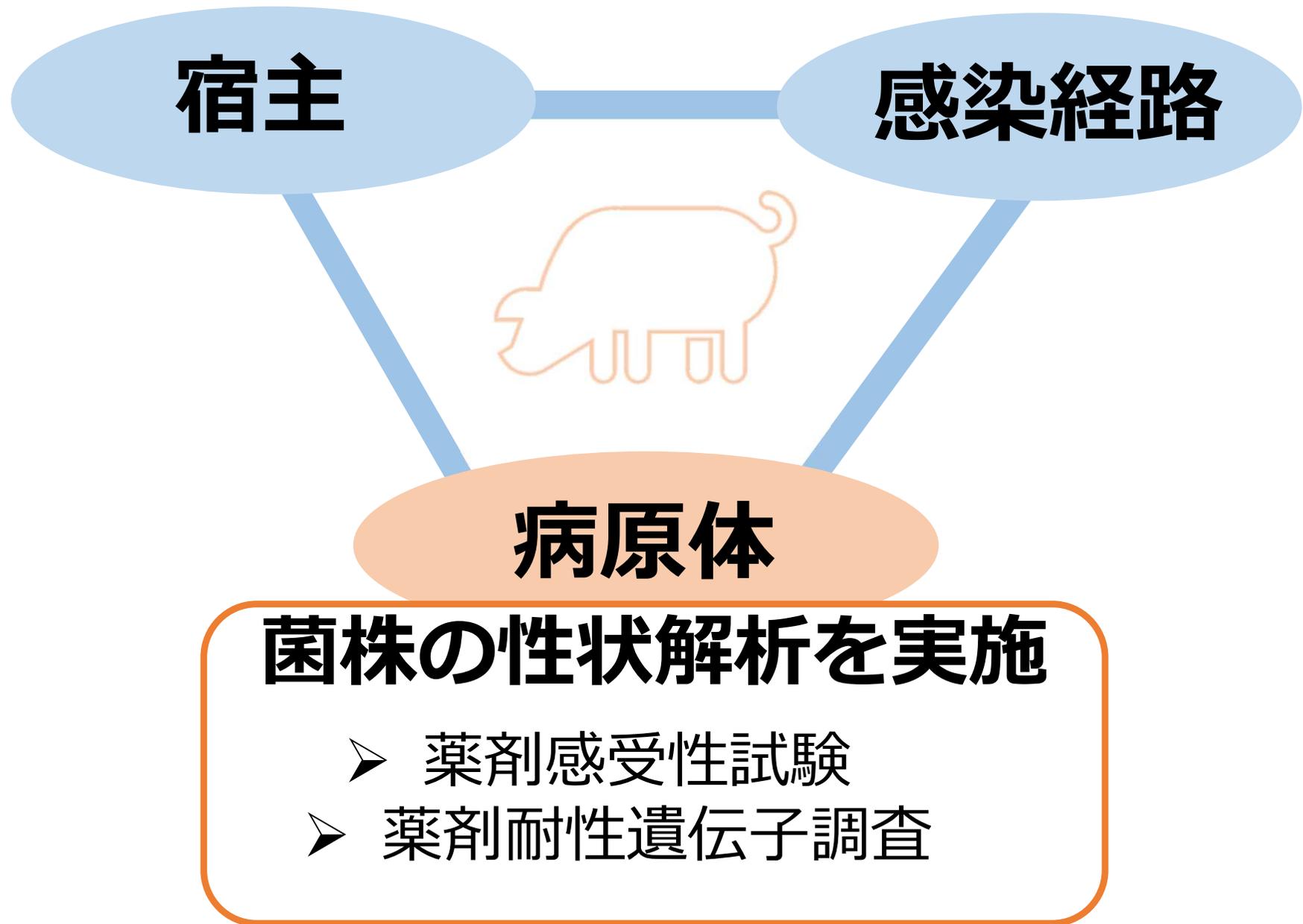
全国と茨城県の月別発生状況

農林水産省 家畜伝染病発生状況



なぜこんなにも流行した？

なぜこんなにも流行した？

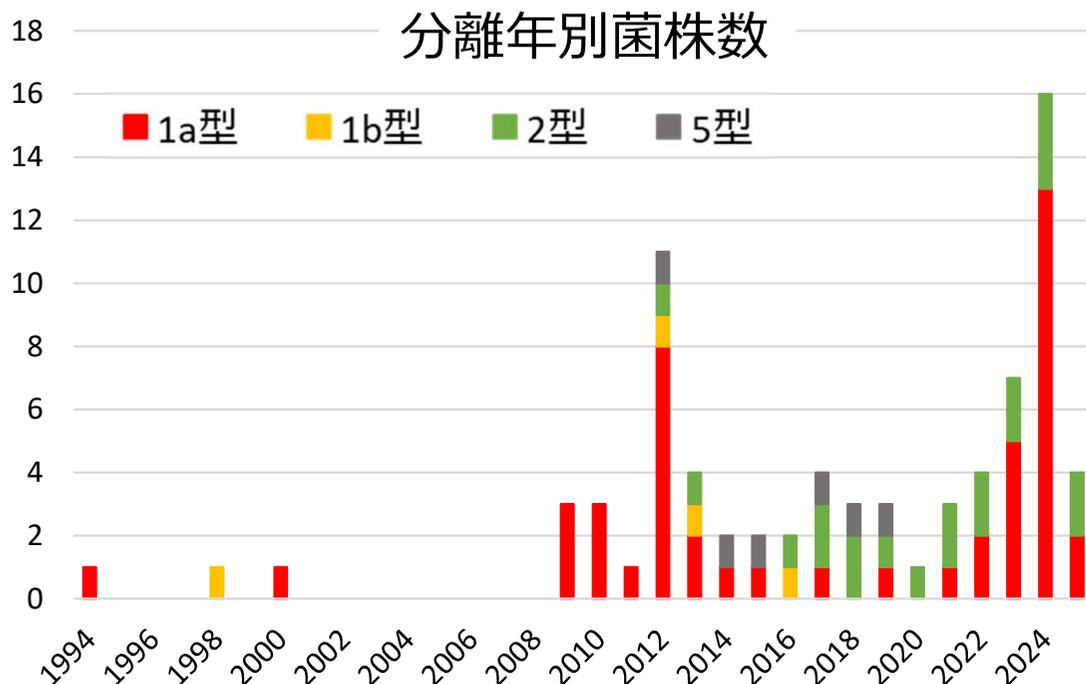


材料と血清型

県内で分離された豚丹毒菌 76株 → 血清型別PCRを実施

		1a	1b	2	5	合計
家保	敗血症	14	1	0	0	15
食検	蕁麻疹	8 (7)	1 (1)	16 (9)	0	25
	心内膜炎	10 (4)	0	3 (3)	1 (1)	14
	関節炎	14 (8)	2 (2)	1 (1)	5 (1)	22
合計		46 (15)	4 (2)	20 (9)	6 (1)	76

※菌株数 (農場数)

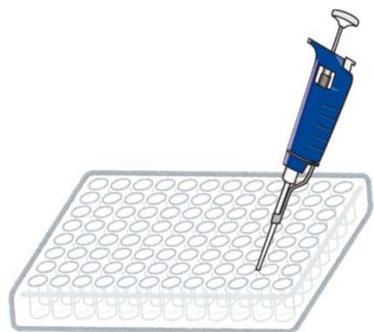


1a型 46株
↓
薬剤感受性試験を実施

薬剤感受性試験 ～方法～

血清型1aの46株 → 微量液体希釈法による薬剤感受性試験

ベータラクタム系	PCG	ペニシリン	キノロン系	ERFX	エンロフロキサシン	
	ABPC	アンピシリン		CPFX	シプロフロキサシン	
	AMPC	アモキシシリン		マクロライド系	EM	エリスロマイシン
	CEZ	セファゾリン			TS	タイロシン
テトラサイクリン系	TC	テトラサイクリン	リンコマイシン系	LCM	リンコマイシン	
	DOXY	ドキシサイクリン		CLDM	クリンダマイシン	

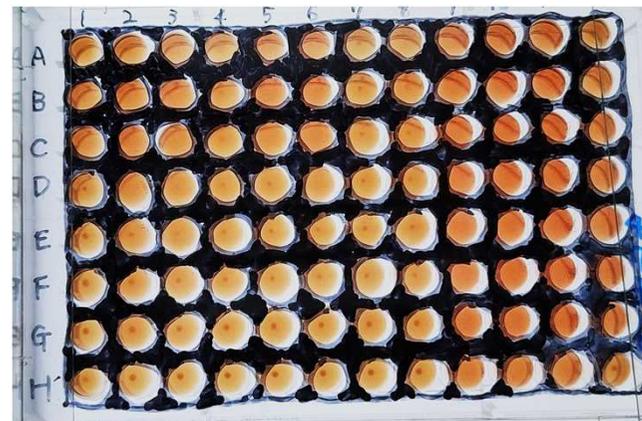


研究ネット
(<https://www.wdb.com/kenq/illust/micropipette>)

35℃ 24時間
好気培養

菌液を薬剤感受性プレートに接種
(栄研化学フローズンプレート)

最小発育阻止濃度(MIC)判定



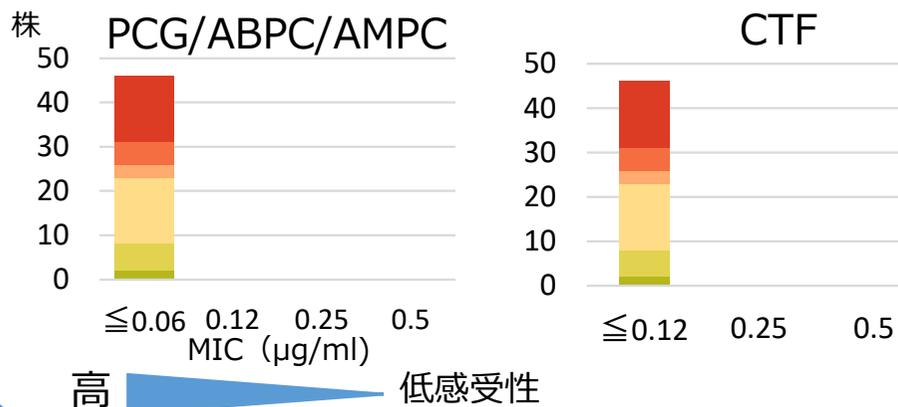
薬剤感受性試験

～結果～

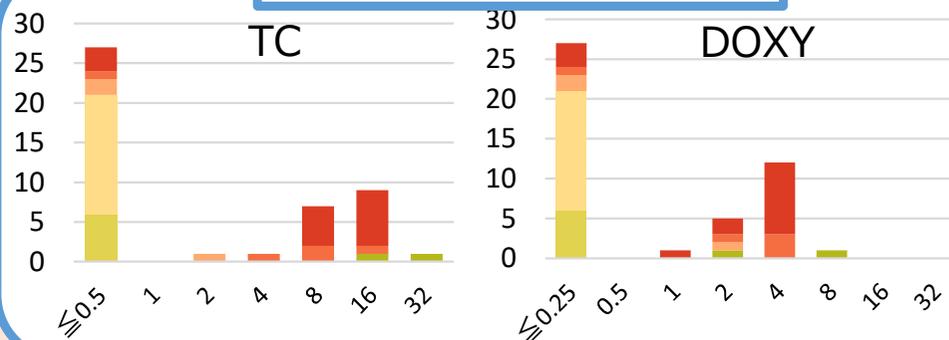
■ 1994~2000 ■ 2001~2010 ■ 2011~2020 ■ 2021,2 ■ 2023 ■ 2024,5

感受性を維持

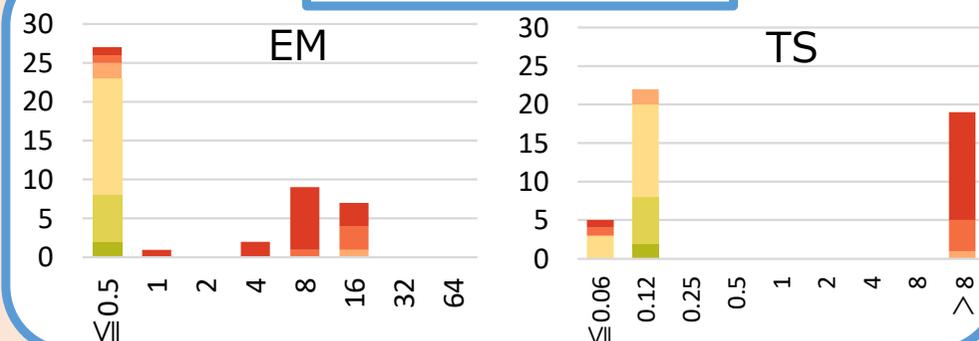
βラクタム系



テトラサイクリン系

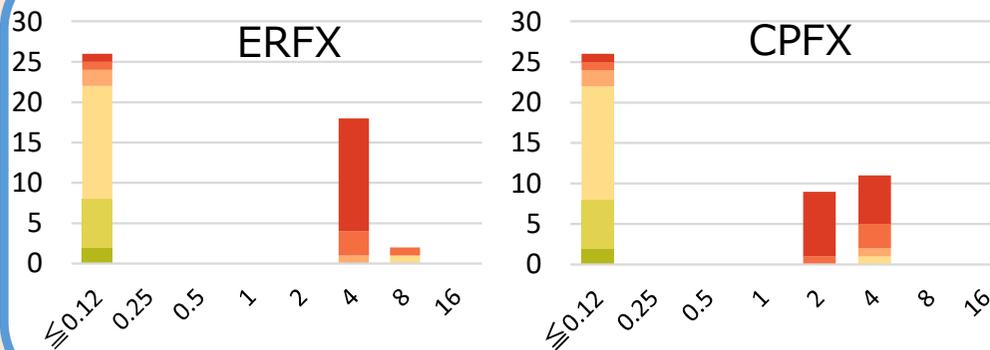


マクロライド系

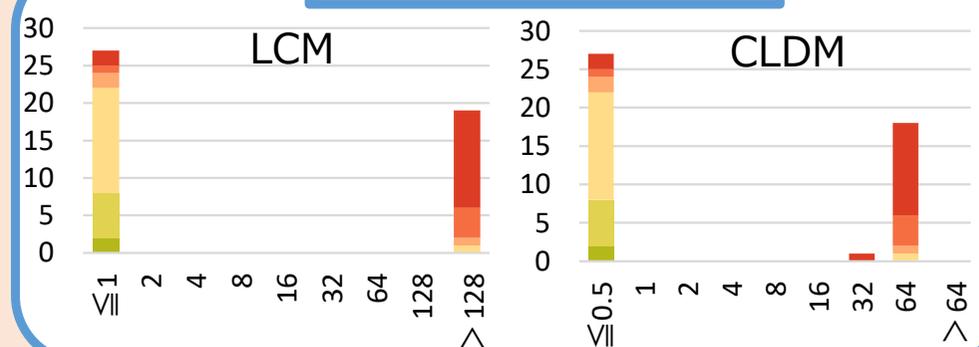


2峰性

フルオロキノロン系



リンコマイシン系



薬剤感受性試験

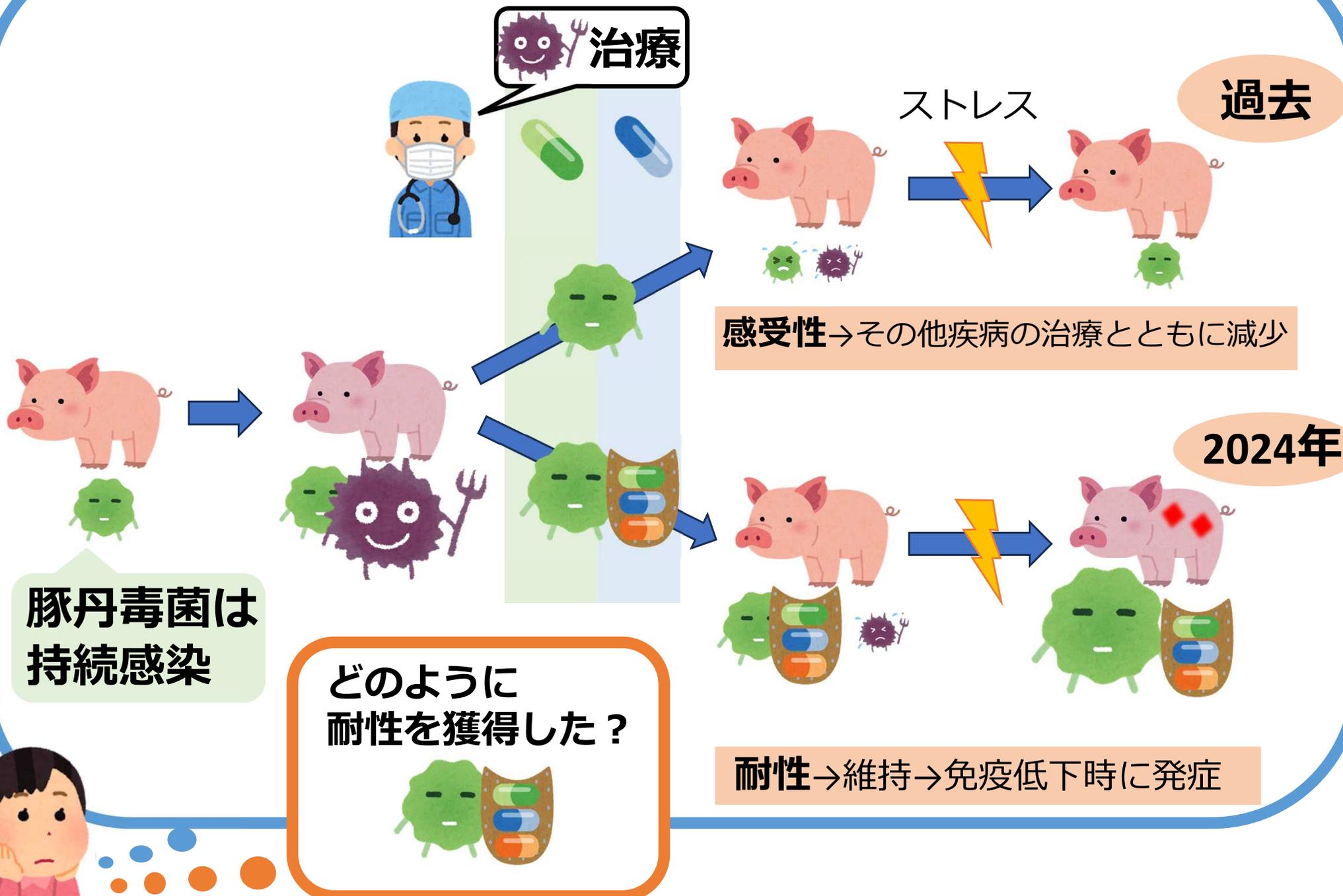
～結果一覧～

		PCG	ABPC	AMPC	CTF	TC	DOXY	EM	TS	ERFX	CPFX	LCM	CLDM
1994	1994	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	16	2	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	～2000	2000	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	32	8	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1
2001	2009	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2009	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
～2010	2009	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2010	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
2011	2010	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2010	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2010	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2011	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2012	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2012	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2012	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2012	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2012	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2012	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2012	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2012	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2012	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2012	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
～2020	2012	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	≤0.06	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2012	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2013	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2013	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	≤0.06	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2014	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2015	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
	2017	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	8	4	>128	64
2019	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	≤0.06	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5	
2021	2021	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
2022	2022	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	2	2	16	>8	4	4	>128	64
	2022	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	0.12	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
2023	2023	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	4	2	16	>8	8	2	>128	64
	2023	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	8	4	8	>8	4	4	>128	64
	2023	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	8	4	16	>8	4	4	>128	64
	2023	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	16	4	16	>8	4	4	>128	64
	2023	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	≤0.06	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
2024	2024	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	4	>8	4	4	>128	32
	2024	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	8	1	1	>8	4	2	>128	64
	2024	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	8	2	8	>8	4	2	>128	64
	2024	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	16	4	8	>8	4	2	>128	64
	2024	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	16	4	8	>8	4	2	>128	64
	2024	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	16	4	8	>8	4	2	>128	64
	2024	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	16	4	8	>8	4	2	>128	64
	2024	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	16	4	16	>8	4	2	>128	64
	2024	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	8	2	4	>8	4	4	>128	64
	2024	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	16	4	8	>8	4	4	>128	64
	2024	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	8	>8	4	4	>128	64
2025	2024	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	8	4	16	>8	4	4	>128	64
	2024	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	16	4	8	>8	4	4	>128	64
	2024	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	8	>8	4	4	>128	64
	2024	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	8	4	16	>8	4	4	>128	64
	2024	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	≤0.5	≤0.25	≤0.5	≤0.06	≤0.12	≤0.12	≤1	≤0.5
2025	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	8	4	16	>8	4	2	>128	64	
2025	≤0.06	≤0.06	≤0.06	≤0.12	16	4	8	>8	4	4	≤1	≤0.5	

2021年以降、
多剤耐性株が出現
メジャーに



豚丹毒の多剤耐性と流行



全ゲノム解析

家畜保健所の14株について全ゲノム解析を実施

菌株No	分離年	PCG	ABPC	AMPC	CTF	TC	DOXY	EM	TS	ERFX	CPFX	LCM	CLDM
Er-1	1994	≦0.06	≦0.06	≦0.06	≦0.12	16	2	≦0.5	0.12	≦0.12	≦0.12	≦1	≦0.5
Er-2	2000	≦0.06	≦0.06	≦0.06	≦0.12	32	8	≦0.5	0.12	≦0.12	≦0.12	≦1	≦0.5
Er-3	2009	≦0.06	≦0.06	≦0.06	≦0.12	≦0.5	≦0.25	≦0.5	0.12	≦0.12	≦0.12	≦1	≦0.5
Er-4	2009	≦0.06	≦0.06	≦0.06	≦0.12	≦0.5	≦0.25	≦0.5	0.12	≦0.12	≦0.12	≦1	≦0.5
Er-5	2009	≦0.06	≦0.06	≦0.06	≦0.12	≦0.5	≦0.25	≦0.5	0.12	≦0.12	≦0.12	≦1	≦0.5
Er-6	2010	≦0.06	≦0.06	≦0.06	≦0.12	≦0.5	≦0.25	≦0.5	0.12	≦0.12	≦0.12	≦1	≦0.5
Er-7	2010	≦0.06	≦0.06	≦0.06	≦0.12	≦0.5	≦0.25	≦0.5	0.12	≦0.12	≦0.12	≦1	≦0.5
Er-8	2010	≦0.06	≦0.06	≦0.06	≦0.12	≦0.5	≦0.25	≦0.5	0.12	≦0.12	≦0.12	≦1	≦0.5
Er-9	2012	≦0.06	≦0.06	≦0.06	≦0.12	≦0.5	≦0.25	≦0.5	0.12	≦0.12	≦0.12	≦1	≦0.5
Er-10	2012	≦0.06	≦0.06	≦0.06	≦0.12	≦0.5	≦0.25	≦0.5	≦0.06	≦0.12	≦0.12	≦1	≦0.5
Er-11	2012	≦0.06	≦0.06	≦0.06	≦0.12	≦0.5	≦0.25	≦0.5	0.12	≦0.12	≦0.12	≦1	≦0.5
Er-12	2024	≦0.06	≦0.06	≦0.06	≦0.12	16	4	8	>8	4	2	>128	64
Er-13	2024	≦0.06	≦0.06	≦0.06	≦0.12	16	4	8	>8	4	2	>128	64
Er-14	2024	≦0.06	≦0.06	≦0.06	≦0.12	16	4	8	>8	4	2	>128	64

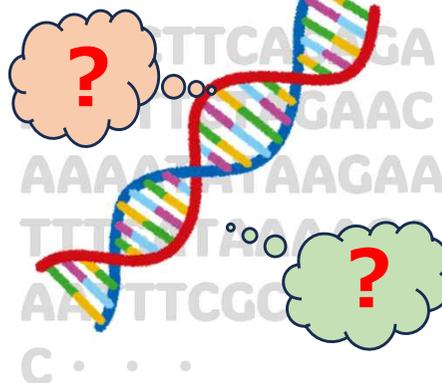


DNA抽出

サンプル調整

全ゲノム情報取得

解析



点変異による耐性獲得

外来遺伝子による耐性獲得

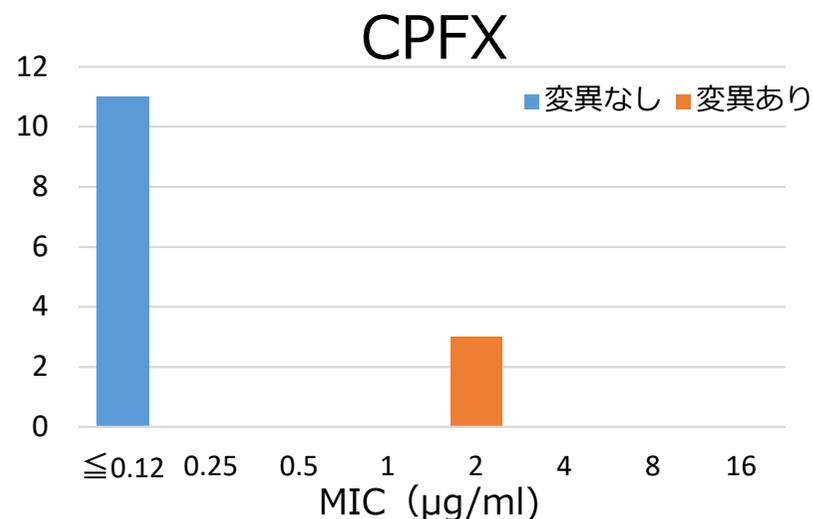
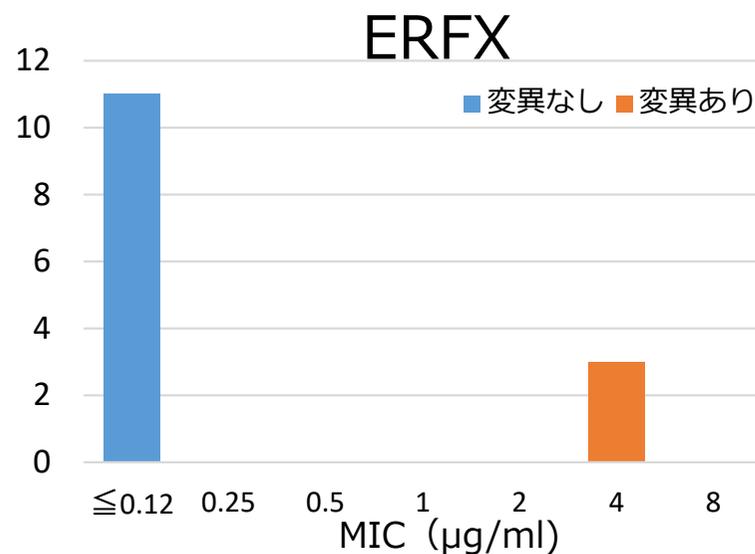
点変異による薬剤耐性

フルオロキノロン耐性決定領域

gyrA

parC

Year	gyrA	parC
1994	-	-
2000	-	-
2009	-	-
2009	-	-
2009	-	-
2010	-	-
2010	-	-
2010	-	-
2012	-	-
2012	-	-
2012	-	-
2024	Asp 90 Asn	Ser 81 Ile
2024	Asp 90 Asn	Ser 81 Ile
2024	Asp 90 Asn	Ser 81 Ile



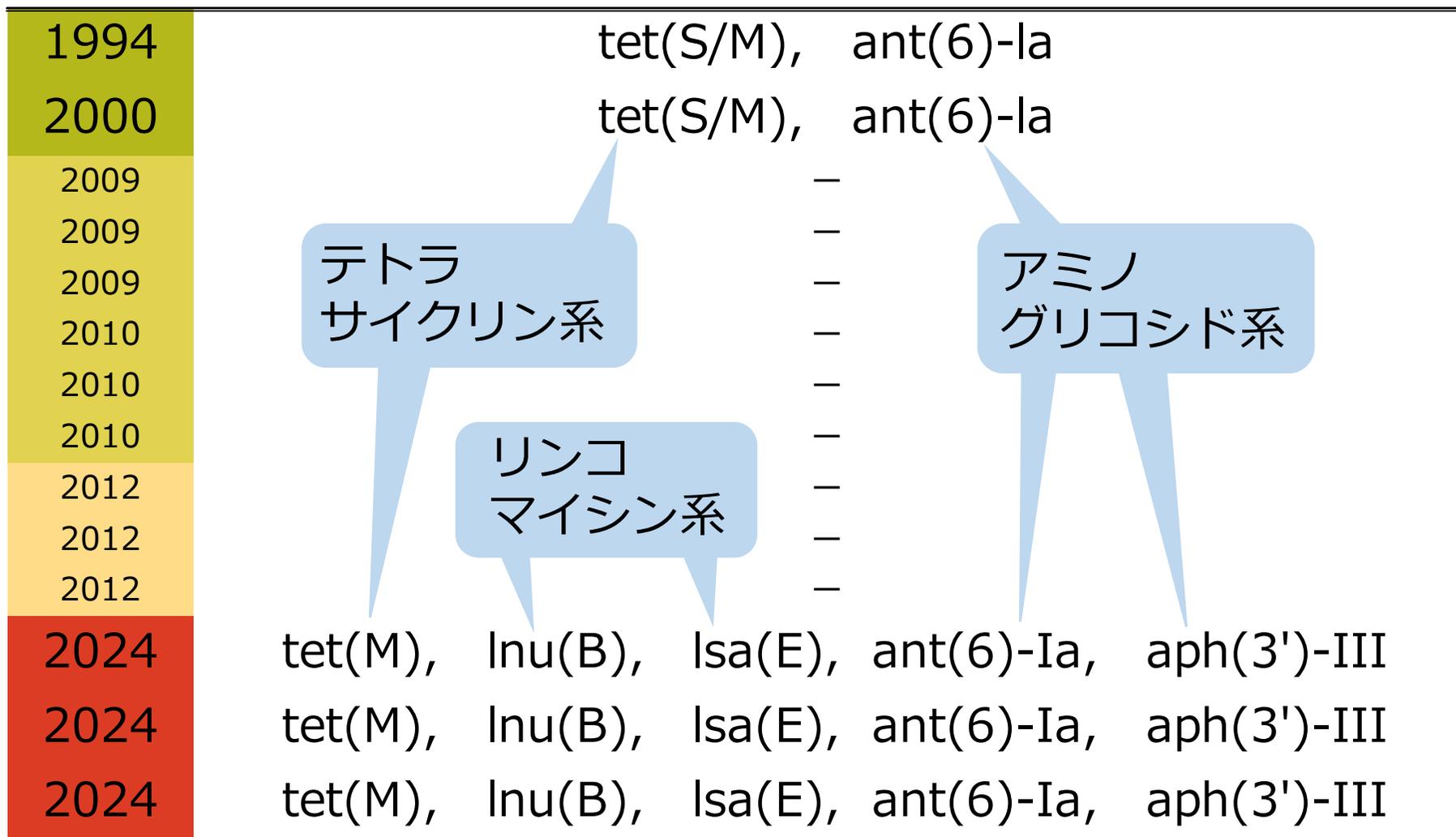
これらの点変異によって、
エンロフロキサシン、シプロフロキサシンの感受性が低下

外来遺伝子による薬剤耐性

データベースを用いて検索

CARD Nucleotide Database 2020-04
QMI-AR Nucleotide Database 2020-04
VFDB Nucleotide Database 2019-05
Res Finder Database 2020-12-30

薬剤耐性遺伝子

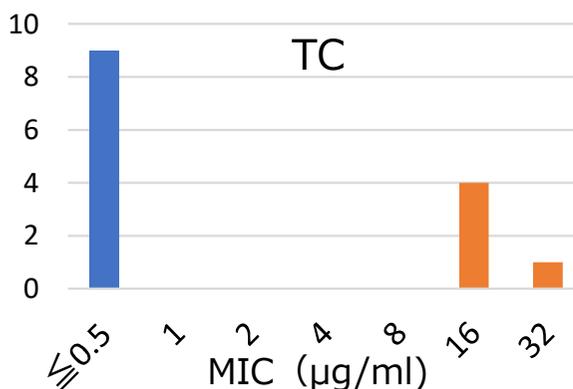


外来遺伝子による薬剤耐性

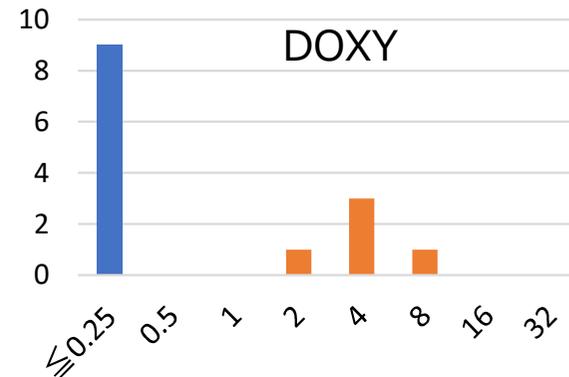
薬剤耐性遺伝子

1994	tet(S/M)	
2000	tet(S/M)	
2009	-	
2009	-	
2009	-	
2010	-	
2010	-	
2010	-	
2012	-	
2012	-	
2012	-	
2024	tet(M),	lnu(B), lsa(E)
2024	tet(M),	lnu(B), lsa(E)
2024	tet(M),	lnu(B), lsa(E)

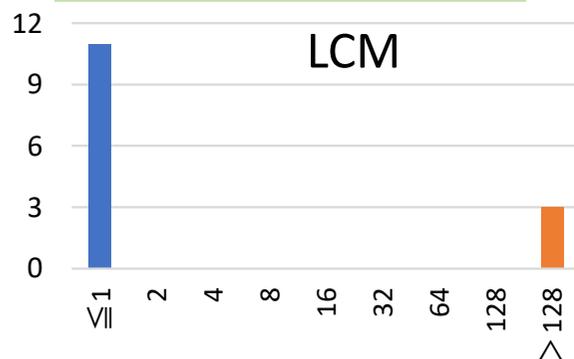
テトラサイクリン系



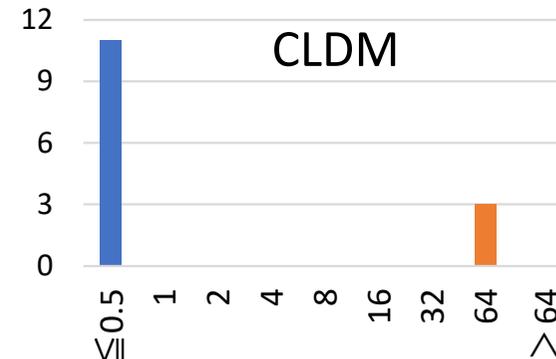
■ 遺伝子なし ■ 遺伝子あり



リンコマイシン系

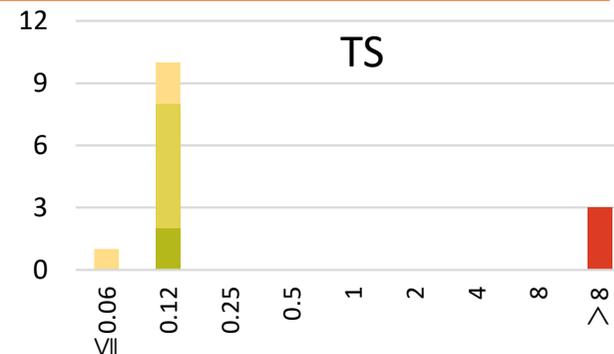
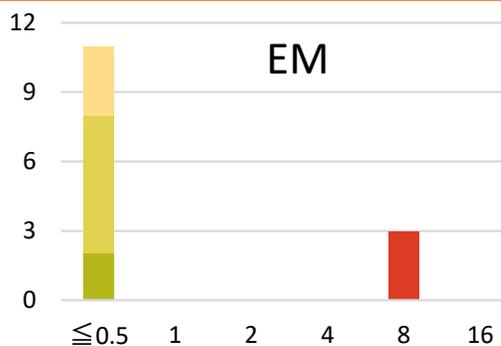


■ 遺伝子なし ■ 遺伝子あり



耐性遺伝子の獲得によって、感受性が低下

マクロライド系耐性遺伝子は検出されず



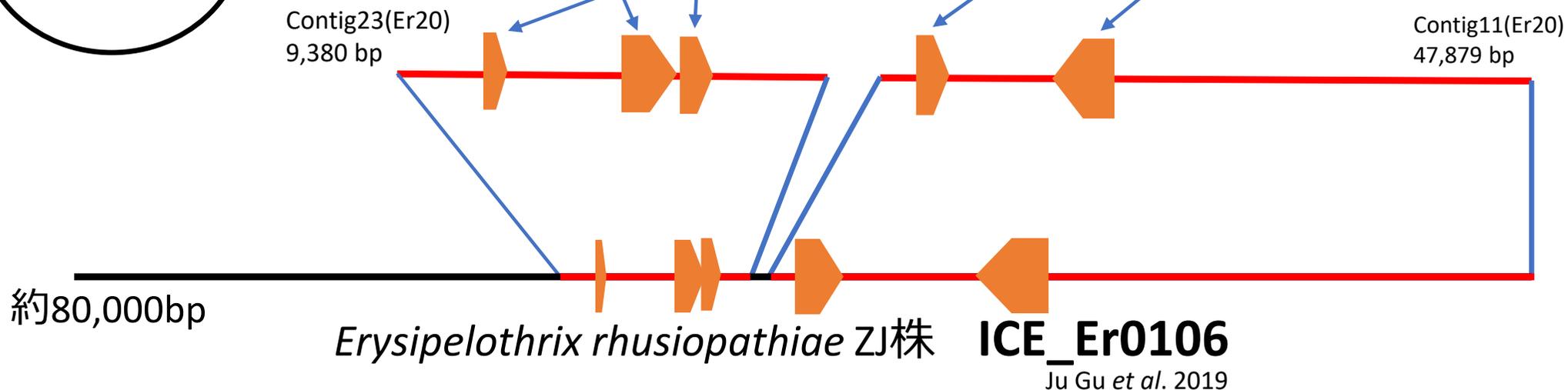
■ 1994~2000 ■ 2001~2010 ■ 2011~2020 ■ 2024

外来遺伝子の分布

薬剤耐性遺伝子

2024	Isa(E), Inu(B), ant(6)-Ia, aph(3')-III, tet(M)
2024	Isa(E), Inu(B), ant(6)-Ia, aph(3')-III, tet(M)
2024	Isa(E), Inu(B), ant(6)-Ia, aph(3')-III, tet(M)

豚丹毒菌
約180万bp



2024年分離株は**ICE** Er0106に類似した配列を保有
→多剤耐性を獲得

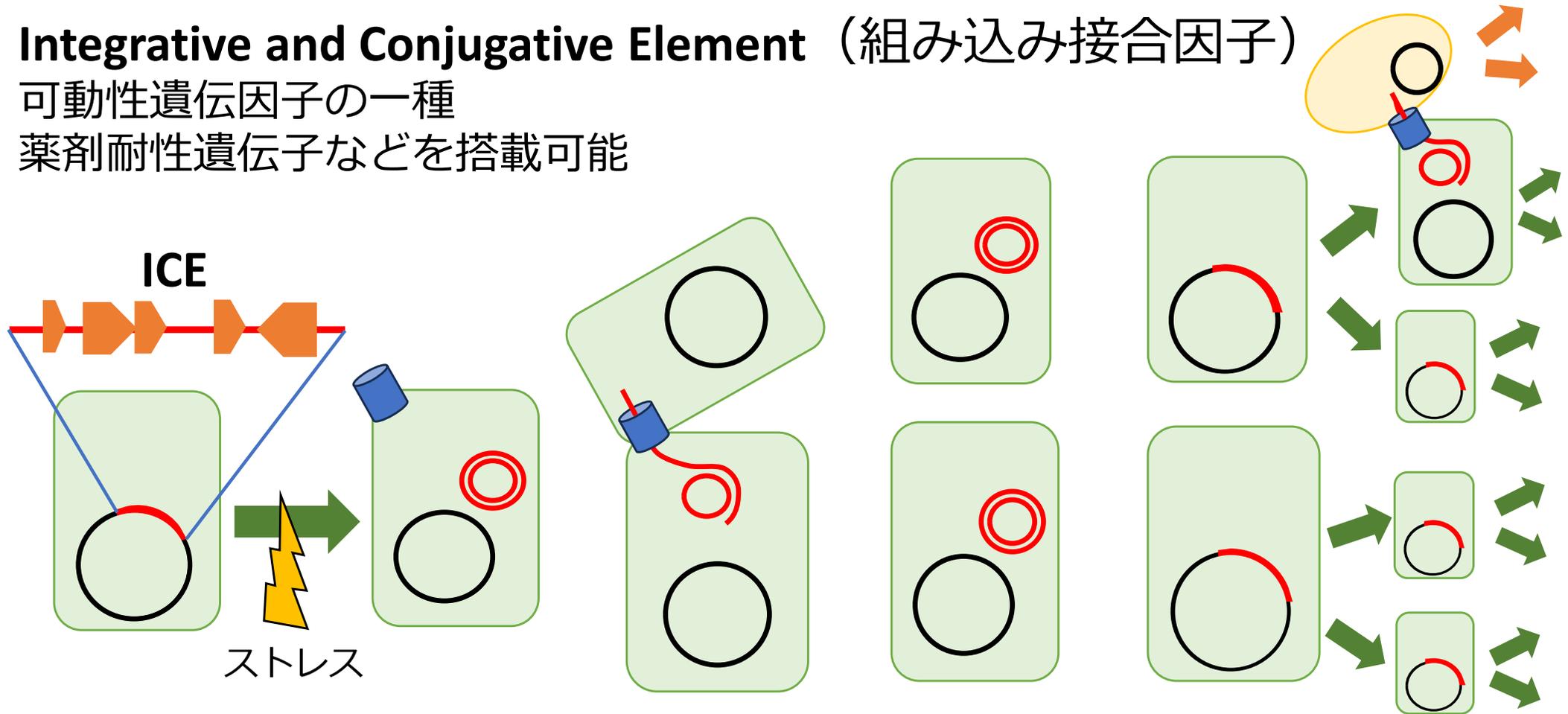
ICE とは？

ICEとは？

Integrative and Conjugative Element (組み込み接合因子)

可動性遺伝因子の一種

薬剤耐性遺伝子などを搭載可能



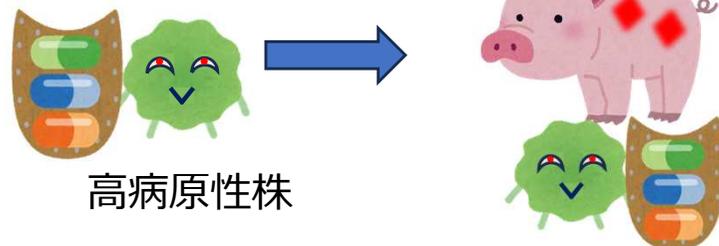
- ✓ 耐性遺伝子を**拡散**
- ✓ 一度に**多剤耐性化**
- ✓ 使用した薬剤以外の耐性も残り続ける (**共耐性**)

豚丹毒菌での
リスク？



豚丹毒の多剤耐性とICEのリスク

ICEを保有する多剤耐性豚丹毒菌が常在すると・・・



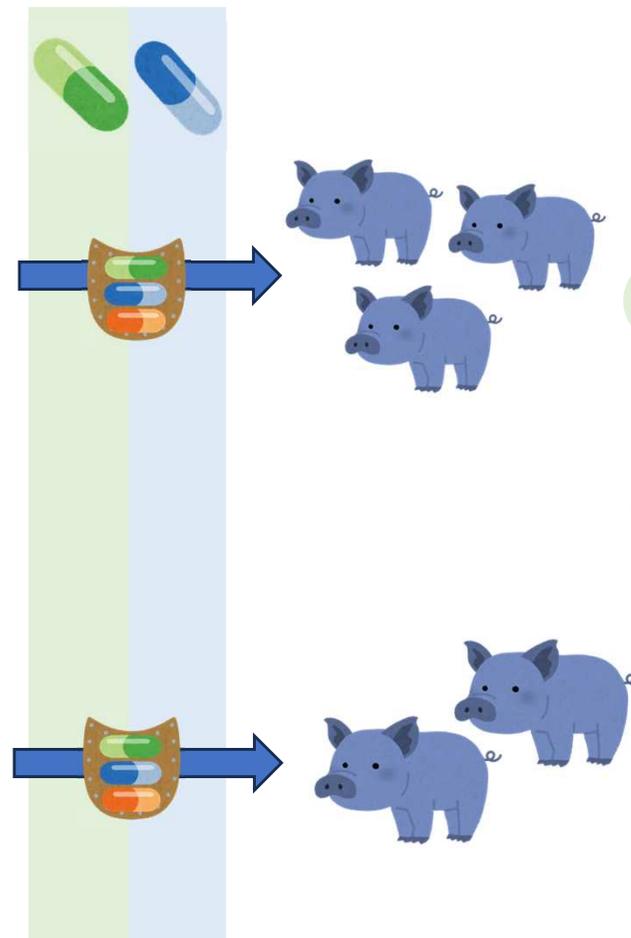
高病原性株

高病原性株の多剤耐性化



他種病原菌

様々な病原菌の多剤耐性化



病気が治らない

病原菌の薬剤耐性化を防ぐうえで、大きな問題
→対策が必要



まとめ

2024年に県内で豚丹毒の発生数が急増
→菌株の性状解析を実施

- ✓ 2021年以降、多剤耐性株が出現
- ✓ ゲノム情報と実際の薬剤感受性はおおむね一致
- ✓ 2024年分離株は**多剤耐性**、耐性遺伝子は**ICE**上に固まって存在
 - ▲複数薬剤に耐え、維持→発症機会の増加→流行？
 - ▲感受性株や他種病原菌に**多剤耐性を拡散**するリスク
 - ▲**共耐性**により、耐性遺伝子が減りにくい

抗菌薬の慎重な選択・使用とモニタリング

流行の原因解明には・・・
より詳細な菌株の解析
別視点からのアプローチ



再発防止

