الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R
قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R RS.2066-0
(2014/12)

حماية خدمة الفلك الراديوي في نطاق التردد GHz 10,7-10,6 من الإرسالات غير المرغوبة للرادارات ذات الفتحات التركيبية العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) حول MHz 9 600

السلسلة RS
أنظمة الاستشعار عن بُعد

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

150 ITU 1865-2015

تمهيد

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد لمدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها.

ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهرتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في الملحق 1 بالقرار ITU-R 1. وترد الاستمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

سلاسل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني http://www.itu.int/publ/R-REC/en)

السلسلة	العنوان
BO	البث الساتلي
BR	التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية
BS	الخدمة الإذاعية (الصوتية)
BT	الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)
F	الخدمة الثابتة
M	الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة
P	انتشار الموجات الراديوية
RA	علم الفلك الراديوي
RS	**أنظمة الاستشعار عن بُعد**
S	الخدمة الثابتة الساتلية
SA	التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية
SF	تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة
SM	إدارة الطيف
SNG	التجميع الساتلي للأخبار
TF	إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت
V	المفردات والمواضيع ذات الصلة

ملاحظة: *تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.*

النشر الإلكتروني
جنيف، 2015

© ITU 2015

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التوصية ITU-R RS.2066-0

حماية خدمة الفلك الراديوي في نطاق التردد GHz 10,7-10,6 من الإرسالات غير المرغوبة للرادارات ذات الفتحات التركيبية العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) حول MHz 9 600

(2014)

مجال التطبيق

تعرض هذه التوصية إجراءً تشغيلياً لتفادي اقتران الحزم الرئيسية بين أنظمة SAR-4 لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (EESS) (النشيطة) عند الإرسال على مقربة من MHz 9 600 ومحطات خدمة الفلك الراديوي (RAS) التي تقوم بعمليات الرصد في النطاق GHz 10,7-10,6 وذلك لعدم التسبب في ضرر للمكبر منخفض الضوضاء الحساس لخدمة الفلك الراديوية.

الكلمات الرئيسية

خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة)، خدمة الفلك الراديوي، التخفيف

المختصرات

SAR Synthetic Aperture Radar رادار ذو فتحة تركيبية

توصيات/تقارير الاتحاد الدولي للموصلات ذات الصلة

التوصية ITU-R RS.2043 خصائص الرادارات ذات الفتحة التركيبية العاملة في خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) حول MHz 9 600

التقرير ITU-R RA 2188 مستويات كثافة تدفق القدرة والقدرة المشعة المكافئة المتناحية التي قد تضر بمستقبلات الفلك الراديوي

التقرير ITU-R RS.2274 الاحتياجات من الطيف لتطبيقات الرادارات ذات الفتحات التركيبية المحمولة على متن مركبات فضائية والمخطط تشغيلها في توزيع موسع لخدمة استكشاف الأرض الساتلية حول MHz 9 600

التقرير ITU-R RS.2308 التوافق من حيث الترددات الراديوية بين الإرسالات غير المرغوبة الصادرة عن الرادارات (SAR) ذات الفتحات التركيبية GHz 9 لخدمة استكشاف الأرض الساتلية وخدمات استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) والأبحاث الفضائية (المنفعلة) والأبحاث الفضائية والفلك الراديوي العاملة في نطاقي التردد MHz 8 500-8 400 وGHz 10,7-10,6 على التوالي

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن نطاق التردد MHz 9 800-9 300 موزع لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) على أساس أولي؛

ب) أن نطاق التردد MHz 9 900-9 800 موزع لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) على أساس ثانوي؛

ج) أن نطاق التردد GHz 10,7-10,6 موزع لخدمة الفلك الراديوي على أساس أولي؛

د) أن أنظمة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) التي تقوم بتشغيل رادارات نشيطة حول 9 600 MHz تستخدم إرسالات زقزقة فائقة القوة في الاتجاه فضاء–أرض؛

هـ) أن محطات خدمة الفلك الراديوي العاملة في نطاق التردد 10,6-10,7 GHz تستخدم مضخمات منخفضة الضوضاء وبالغة الحساسية؛

و) أن التقرير ITU-R RA.2188 يوفر مستويات لكثافة تدفق القدرة والقدرة المشعة المكافئة المتناحية يمكن أن تضر بالمضخمات منخفضة الضوضاء/الأطراف الأمامية لخدمة الفلك الراديوي؛

ز) أن مستوى التداخل الذي تستقبله محطات الفلك الراديوي من إرسالات أنظمة خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) يمكن، في ظل ظروف نادرة من الاقتران بين حزمتين رئيسيتين، أن تبلغ أو تتجاوز المستويات الحرجة المحددة في التقرير ITU-R RA.2188،

توصي

1 أنه ضماناً لتوافق الرادارات ذات الفتحات التركيبية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية مع محطات خدمة الفلك الراديوي فإن على أنظمة الرادارات ذات الفتحات التركيبية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية العاملة حول 9 600 MHz أن تتفادي، قدر المستطاع، إضاءة مساحة حول محطات الفلك الراديوي. ويحدد الملحق 1 مقدار هذه المساحة. ويتضمن الملحق 2 قائمة بمحطات خدمة الفلك الراديوي القادرة على العمل في نطاق التردد 10,6-10,7 GHz والتي يمكن أن تجري عمليات رصد في أوقات الإضاءة؛

2 أنه في حال تلبية الشروط المشار إليها في الفقرة **1** من *توصي*، فإن على مشغِّل نظام الرادارات ذات الفتحات التركيبية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية أن يتصل بمشغِّل محطة الفلك الراديوي المعنية قبل سبعة أيام تقويمية على الأقل من حدث لعمليات روتينية للرادارات ذات الفتحات التركيبية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية وقبل 24 ساعة على الأقل من التقاط الرادارات ذات الفتحات التركيبية لخدمة استكشاف الأرض الساتلية للصور في حالات الطوارئ فحسب مثل إدارة الكوارث بغية التنسيق، والاتفاق، إن دعت الضرورة، على التخفيف أو على تدابير وقائية أخرى.

الملحق 1

تحديد منطقة الحماية المحيطة بمحطات خدمة الفلك الراديوي

يحدد كفاف حزمة الإرسال المقابل للهامش المعتمد بتطبيق التوصية ITU-R RA.2188 منطقة الضرر لاقتران محتمل لنقطتي تسديد لكلتا حزمتي الهوائي. ويتخذ مثل هذا الكفاف شكلاً إهليلجياً بمحور كبير قدره $\delta\theta_h$ أفقياً ومحور صغير يبلغ $\delta\theta_v$ في اتجاه الحزمة الرأسية، بما يحدد منطقة يتجاوز فيها مستوى قدرة محطة خدمة الفلك الراديوي –18 dBW. ويوفر الإسقاط على سطح الأرض بعداً لمساحة باتساع مقداره $\pm\delta h$ بالاتجاه الأفقي و$\pm\delta v$ بالاتجاه الرأسي حول محطة الفلك الراديوي الواجب حمايتها. ويوفر الجدول 1 نطاق المعلمات لتفادي الضرر العرَضي لمستقبل خدمة الفلك الراديوي[1] بقُطر هوائي يبلغ 100 m فيما يتعلق بنظام SAR-4 على النحو الموصوف في التوصية ITU-R RS.2043.

[1] في الاتجاه الرأسي هناك لا تناظر بنسبة 5,6% لكل من $\delta\theta_v$ وδv بين المسافات والزوايا التخالفية الداخلية والخارجية وقد تم تجاهله. وأُدرجت فحسب القيمة الخارجية الأعلى. وجرى تقريب الإسقاطات الأرضية للأكفة الحدية التي تشكل إهليليجات مشوَّهة باستخدام المستطيلات.

الجدول 1

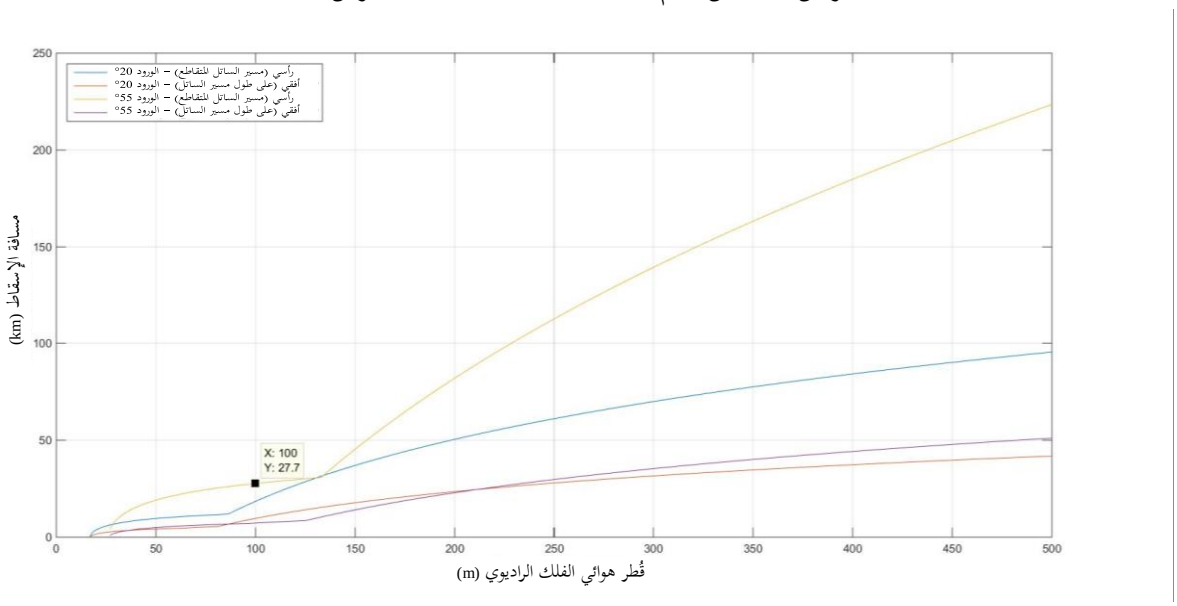
معلمات تفادي الضرر العَرضي لمستقبلات الفلك الراديوي

زاوية الورود Φ	الزاوية التخالفية الأفقية $\delta\theta_h$	الزاوية التخالفية الرأسية $\delta\theta_v$	الفصل الأفقي (km) δh	الفصل الرأسي (km) δv
°20	°1,02	°1,8	9,6	18,2
°55	°0,5	°1,1	7,4	28,1

ويحدد الشكل 1 مساحة المنطقة المحيطة بمحطة خدمة الفلك الراديوي المزمع حمايتها، رهناً بقُطر هوائي خدمة الفلك الراديوي وزاوية الورود. ويمكن ملاحظة أنه ليس هناك من قيود بالنسبة لمحطات خدمة الفلك الراديوي التي يقل قُطر الهوائي فيها عن 17 m، وأن مسافة الفصل القصوى من محطة الفلك الراديوي هي 28 km بالنسبة لمعظم محطات الفلك الراديوي.

الشكل 1

مساحة المنطقة المحيطة بمحطات خدمة الفلك الراديوي المزمع حمايتها
بافتراض خصائص نظام SAR-4 لخدمة استكشاف الأرض الساتلية



وبصورة أعم فإنه بالنسبة لزاوية الورود المعينة i، تُستخلص المسافة بين ساتل الرادارات ذات الفتحات التركيبية ومنطقة الالتقاط بالمعادلة التالية:

$$d = \sqrt{(\mathrm{r}+h)^2 - \mathrm{r}^2 * \sin^2(i)} - \mathrm{r} * \cos(i)$$

حيث:

r: نصف قُطر الأرض (km)

i: زاوية الورود (°)

h: ارتفاع الرادار ذي الفتحات التركيبية (km)

وتُستخلص الزاوية المقابلة بين نظير السمت ومنطقة الالتقاط في المستوى الرأسي بالمعادلة التالية:

$$\theta_v = \text{asin}\left(\frac{\text{r} * \sin(i)}{\text{r} + h}\right)$$

حيث:

r: نصف قُطر الأرض (km)

i: زاوية الورود (°)

h: ارتفاع الرادار ذي الفتحات التركيبية (km)

وبالمستطاع استخلاص الكسب الأقصى لهوائي خدمة الفلك الراديوي من قُطر الهوائي والتردد باستخدام المعادلة التالية:

$$Ge = Pr_{limit} + L_p - G_r - P_e$$

حيث:

D: قُطر هوائي الفلك الراديوي

f: التردد (GHz)

ومن هذه القيم يُستخلص حد كسب هوائي الفلك الراديوي الذي يسمح بتلبية حد القدرة المستَقبلة –18 dBW بالمعادلة التالية:

$$Ge = Pr_{limit} + L_p - G_r - P_e$$

حيث:

Pr_{limit}: لا يجوز تجاوز القدرة المستَقبلة (–18 dBW دون 20 GHz)

L_p: الخسارة في الفضاء الحر (dB)

G_r: كسب الهوائي الأقصى لهوائي الفلك الراديوي (dBi)

P_e: قدرة ذروة الرادار ذي الفتحات التركيبية (dBW)

وباستخدام المخططات الأفقية والرأسية لهوائي الرادار ذي الفتحات التركيبية فإن بالمستطاع تحديد الزاويتين التخالفيتين المقابلتين $\delta\theta_h$ و$\delta\theta_v$. ومن هاتين الزاويتين يمكن استخلاص مسافتي الفصل الأفقية والرأسية δh وδv.

$$\delta h = \text{r} * \text{asin}\left(\frac{\text{dtan}(\delta\theta_h)}{\text{r}}\right)$$

حيث:

r: نصف قُطر الأرض (km)

d: المسافة المائلة (km)

$\delta\theta_h$: الزاوية التخالفية الأفقية (°)

وتُستخلص المسافة المائلة بين الساتل ومحطة خدمة الفلك الراديوي التي تلبي القدرة المستَقبلة بالمعادلة التالية:

$$d + \delta d = (\mathrm{r} + h)\cos(\theta_v + \delta\theta_v) - \sqrt{\mathrm{r}^2 - (\mathrm{r} + h)^2\sin^2(\theta_v + \delta\theta_v)}$$

حيث:

r: نصف قُطر الأرض (km)

d: المسافة المائلة بين نظير السمت ومنطقة الالتقاط (km)

h: ارتفاع الرادار ذي الفتحات التركيبية (km)

θ_v: الزاوية بين نظير السمت ومنطقة الالتقاط في المستوى الرأسي (°)

$\delta\theta_v$: الزاوية التخالفية الرأسية (°)

كما أن بالإمكان استخلاص مسافة الفصل الرأسية δv:

$$\delta v = \mathrm{r}\left(\mathrm{asin}\left(\frac{(d+\delta d)}{\mathrm{r}}\sin(\theta_v + \delta\theta_v)\right) - \mathrm{asin}\left(\frac{d}{\mathrm{r}}\sin(\theta_v)\right)\right)$$

حيث:

r: نصف قُطر الأرض (km)

d: المسافة المائلة بين نظير السمت ومنطقة الالتقاط (km)

$d+\delta d$: المسافة المائلة بين الساتل ومحطة الفلك الراديوي

θ_v: الزاوية بين نظير السمت ومنطقة الالتقاط في المستوى الرأسي (°)

$\delta\theta_v$: الزاوية التخالفية الرأسية (°)

الملحق 2

قائمة محطات الفلك الراديوي العاملة في النطاق GHz 10,7-10,6

الإقليم 1

البلد	الاسم	خط العرض شمالاً	خط الطول شرقاً	حجم الهوائي (m)
بلجيكا	Humain	50° 11' 30"	05° 15' 27"	4
فنلندا	Metsahövi	60° 13' 04"	24° 23' 37"	13,7
ألمانيا	Effelsberg	50° 31' 29"	06° 53' 03"	100
	Stockert	50° 34' 10"	06° 43′ 19 "	10
	Wettzell	49° 08' 41"	12° 52′ 40"	13,2 ،20
إيطاليا	Medicina	44° 31' 14"	11° 38’ 49"	32
	Noto	36° 52′ 33"	14° 59' 20"	32
	Sardinia	39o 29' 34"	09o 14' 42"	64
لاتفيا	Ventspils	57o 33' 12"	21o 51' 17"	32
النرويج	Ny Ålesund	78o 55' 45"	11o 52' 15"	20
البرتغال	Flores	38o 31' 12"	–31o 07' 48"	13
	Santa Maria	36° 58' 12"	–25° 10' 12"	13
روسيا	Badari	51o 45' 27"	102o 13' 16"	32
	Kaliazyn	57° 13' 29"	37° 54' 01"	64
	Pushchino	54° 49' 20"	37° 37′ 53"	22
	Svetloe	61o 05' 00"	29o 46' 54"	32
	Zelenchukskaya	43° 49' 34"	41° 35' 12"	32
جنوب إفريقيا	Hartebeesthoek	–25° 52′ 48"	–27° 40′ 48"	64
	MeerKAT	–30° 43′ 16"	21° 24' 40"	64 هوائياً بقُطر 13,5
إسبانيا	Robledo	40° 25' 38"	–04° 14' 57"	70,34
	Tenerife	28° 30' 00"	–16° 30' 00"	12
	Yebes	40° 31' 27"	–03° 05′ 22"	40
السويد	Onsala	57o 23' 45"	11o 55' 35"	20
	Onsala	57o 23' 35"	11o 55' 04"	هوائيان بقُطر 12
سويسرا	Bleien	47o 20' 26"	08o 06' 44"	5
تركيا	Kayseri	38o 59' 45"	36o 17' 58"	5
المملكة المتحدة	Merlin Cambridge (mean)	52° 10' 01"	00° 03' 08"	32
	Merlin Knockin	52° 47' 25"	–02° 59' 50"	25
	Merlin Darnhall	53° 09′ 23"	–02° 32' 09"	25
	Merlin Jodrell Bank (mean)	53° 14′ 07"	–02° 18' 23"	64
	Merlin Pickmere	53° 17′ 19"	–02° 26' 44"	25

قائمة محطات الفلك الراديوي العاملة في النطاق GHz 10,7-10,6

الإقليم 2

البلد	الاسم	خط العرض شمالاً	خط الطول شرقاً	حجم الهوائي (m)
البرازيل	Itapetinga	–23° 11' 05"	–46° 33' 28"	14
كندا	Algonquin Radio Obsy	45° 57' 19"	–78° 04' 23"	3,7 و9,1
الولايات المتحدة الأمريكية	Arecibo	18° 20' 39"	–66° 45' 10"	305
	GGAO Greenbelt	39° 06' 00"	–76° 29' 24"	12
	Green Bank Telescope	38° 25' 59"	–79° 50' 23"	100
	Haystack	42° 36' 36"	–71° 28' 12"	18
	Kokee Park	22° 07' 34"	–159° 39' 54"	20
	Jansky VLA	33° 58' 22" to 34° 14' 56"	–107° 24' 40" to –107° 48' 22"	27 هوائياً بقُطر 25
	VLBA Brewster, WA	48° 07' 52"	–119° 41' 00"	25
	VLBA Fort Davis, TX	30° 38' 06"	–103° 56' 41"	25
	VLBA Hancock, NH	42° 56' 01"	–71° 59' 12"	25
	VLBA Kitt Peak, AZ	31° 57' 23"	–111° 36' 45"	25
	VLBA Los Alamos, NM	35° 46' 30"	–106° 14' 44"	25
	VLBA Mauna Kea, HI	19° 48' 05"	–155° 27' 20"	25
	VLBA North Liberty, IA	41° 46' 17"	–91° 34' 27"	25
	VLBA Owens Valley, CA	37° 13' 54"	–118° 16' 37"	40
	VLBA Pie Town, NM	34° 18' 04"	–108° 07' 09"	25
	VLBA St. Croix, VI	17° 45' 24"	–64° 35' 01"	25
	Allen Telescope Array	40° 10' 44"	–119° 31' 53"	42 هوائياً بقُطر 6
	Goldstone	35° 25' 33"	–116° 53' 22"	70,3

قائمة محطات الفلك الراديوي العاملة في النطاق GHz 10,7-10,6

الإقليم 3

البلد	الاسم	خط العرض شمالاً	خط الطول شرقاً	حجم الهوائي (m)
أستراليا	Parkes	–33º 00' 00"	148º 15' 44"	64
	Katherine	–14º 22' 32"	132º 09' 09"	12
	Mopra	–31º 16' 04"	149º 05' 58"	22
	ATCA (Narrabri)	–30º 59' 52"	149º 32' 56"	6 هوائيات بقُطر 22
	Tidbinbilla	–35º 24' 18"	148º 58' 59"	34 ،70
	Hobart (Mt. Pleasant)	–42º 48' 18"	147º 26' 21"	26
	Ceduna	–31º 52' 05"	133º 48' 37"	30
	Yarragadee	–29º 02' 47"	115º 20' 48"	12
الصين	Miyun	40º 33′ 29"	116º 58′ 37"	50
	Sheshan	31º 05′ 58"	121º 11′ 59"	25
	Nanshan	43º 28′ 16"	87º 10′ 40"	25
	Tianma	31° 05′ 13"	121° 09′ 48"	65
	CSRH	42° 12′ 31"	115° 14′ 45"	60 هوائياً بقُطر 2
	QTT	43° 36' 04"	89° 40' 57"	110
اليابان	Nobeyama	35º 56' 40"	138º 28' 21"	45
	VERA-Mizusawa	39º 08' 01"	141º 07' 57"	10 ،20
	VERA-Iriki	31º 44' 52"	130º 26' 24"	20
	VERA-Ogasawara	27º 05' 31"	142º 13' 00"	20
	VERA-Ishigakijima	24º 24' 44"	124º 10' 16"	20
	Ishioka	36º 12' 31"	140º 13' 36"	13,2
	Kashima	35º 57' 21"	140º 39' 36"	34
	Usuda	36º 07' 57"	138º 21' 46"	64
	Nishi-Waseda	35º 42' 25"	139º 43' 20"	2,4 هوائي بقُطر 64
	Tomakomai	42º 40' 25"	141º 35' 48"	11
	Gifu	35º 28' 03"	136º 44' 14"	11
	Yamaguchi	34º 12' 58"	131º 33' 26"	32
	Tsukuba	36º 06' 11"	140º 05' 19"	32
كوريا	KSWC (Jeju)	33º 42' 36"	126º 29' 26"	3
	SGOC (Sejong)	36º 31' 12"	127º 18' 00"	22
	K-SRBL	36° 24' 00"	127° 22' 12"	هوائيان بقُطر 2
	KVN-Yonsei	37º 33' 55"	126º 56' 27"	21
	KVN-Ulsan	35º 32' 33"	129º 15' 04"	21
	KVN-Tamna	33º 17' 21"	126º 27' 37"	21
نيوزيلندا	Warkworth	–36º 25' 59"	174º 39' 52"	12 ،30